

621.7
К 840

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



І. В. Кругляк
Д. О. Кругляк

ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ

Методичні вказівки
з вивчення дисципліни та контрольні завдання

для студентів ЗДІА
напряму «Металургія»

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ

**Методичні вказівки
з вивчення дисципліни та контрольні завдання**

*для студентів ЗДІА
напряму «Металургія»*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ОМТ,
протокол № 16 від 21.04.2016р.*

Запоріжжя
ЗДІА
2016

ББК 621.7
К 840

І. В. Кругляк, к.т.н., доцент
Д. О. Кругляк, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: *зав. кафедри ОМТ,
д.т.н., професор В. О. Ніколаєв*

Рецензент:

Г. О. Колобов, к.т.н., професор, зав. кафедри «Металургія чорних металів»
Запорізької державної інженерної академії.

Кругляк І. В.
К 840 Технологія металів: методичні вказівки з вивчення дисципліни та контрольні завдання для студентів ЗДІА напряму «Металургія» / Кругляк І. В., Кругляк Д. О.; Запоріз. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 86 с.

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 4 |
| Програма..... | 5 |
| Методичні вказівки по вивченню дисципліни..... | 14 |
| Розділ I Властивості і будова конструкційних матеріалів..... | 14 |
| Розділ II Основи металургійного виробництва..... | 14 |
| Розділ III Основи ливарного виробництва..... | 20 |
| Розділ IV Технологія обробки металів тиском..... | 29 |
| Розділ V Технологія зварювального виробництва..... | 42 |
| Розділ VI Технологія обробки заготовок деталей машин..... | 55 |
| Розділ VII Неметалічні матеріали..... | 64 |
| Завдання до контрольної роботи..... | 69 |
| Додаток..... | 81 |
| Література..... | 85 |

Вступ

Курс «Технологія металів» дає студентам знання про сучасні методи отримання і переділу металів і неметалічних матеріалів, їх будови, фізико-хімічних властивостях, способів обробки шляхом лиття, прокатування, кування, зварювання, різання і т.ін. з метою додавання їм заданої форми і розмірів.

Вивчення даного курсу забезпечує технологічну підготовку майбутнього фахівця та є передумовою для успішного засвоєння ряду спеціальних дисциплін.

Мета курсу – навчити фахівців вибирати технологічні методи отримання та обробки заготовок і деталей машин, забезпечуючи високу якість продукції, економію матеріалів, високу продуктивність праці.

Основні задачі курсу – вивчення технологічних методів отримання і обробки заготовок і деталей машин, їх техніко-економічних характеристик і областей раціонального застосування; вивчення принципів схем типового технологічного устаткування, оснащення, інструментів і пристроїв; вивчення основ технологічності конструкцій заготовок і деталей машин з урахуванням методів їх отримання та обробки.

ПРОГРАМА

Розділ I ВЛАСТИВОСТІ ТА БУДОВА КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Основні конструкційні матеріали та вимоги, що пред'являються до них. Основні фізичні, механічні, експлуатаційні та технологічні властивості металів. Залежність властивостей матеріалів від їх будови. Атомно-кристалічна будова металів і сплавів. Поліморфізм металів. Будова і властивості сплавів. Тверді розчини. Хімічні сполуки й механічні суміші. Поняття про мікро- і макроструктури.

1.2 Діаграма стану залізовуглицевих сплавів. Коротка характеристика будови і властивостей сплавів. Залежність властивостей вуглецевих сталей від вмісту вуглецю і постійних корисних і шкідливих домішок. Поняття про леговані сталі. Роль неметалічних включень. Практичне застосування діаграми стану. Види термічної обробки.

1.3 Класифікація сталей за призначенням, хімічному складу і якості. Маркування сталей. Класифікація та маркування сплавів кольорових й тугоплавких металів.

1.4 Поняття про композиційні матеріали та способи їх отримання. Фізичні, механічні, експлуатаційні і технологічні властивості композиційних матеріалів. Області їх застосування.

Розділ II ОСНОВИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1 Фізико-хімічні основи металургійного виробництва. Поняття про руди різних металів. Принципи отримання металів із руд відновленням, електролізом і металотермією.

2.2 Виробництво чавуна. Вихідні матеріали для доменної плавки. Підготовка руди до плавки. Основні фізико-хімічні процеси отримання чавуна в сучасних доменних печах. Продукція доменного виробництва. Процес прямого (позадоменного) отримання заліза з руд.

2.3 Виробництво сталі. Вихідні матеріали для плавки сталі. Основні фізико-хімічні процеси отримання сталі. Виробництво сталі в мартенівських печах, кисневих конверторах та електродугових печах.

Способи розливання сталі у виливниці. Будова злитків спокійної, киплячої сталі. Безперервне розливання сталі. Порівняльна оцінка способів розливки та якості одержуваних злитків. Способи підвищення якості сталі.

2.4 Виробництво кольорових металів. Виробництво міді, алюмінію, магнію, титану та їх сплавів. Фізико-хімічні процеси отримання металів. Способи плавки і рафінування кольорових металів і сплавів.

Розділ III ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Загальна характеристика ливарного виробництва. Класифікація способів виготовлення відливок, об'єм їх застосування і ступінь корисного використання металу.

3.2 Фізичні основи виробництва відливок. Теплова, силова і фізико - хімічна взаємодія відливки та ливарної форми. Процеси, що відбуваються при заповненні ливарної форми, затвердінні розплавленого металу та його охолодженні. Вплив структури відливок на їх властивості.

3.3 Способи виготовлення відливок. Ливарна форма, її елементи та призначення. Вимоги, щодо ливарних форм. Класифікація ливарних форм.

Виготовлення відливок в піщаних формах. Ливарне оснащення. Формуючі і стрижньові суміші. Вплив складу формуючих сумішей на якість відливок.

Виготовлення піщаних ливарних форм вручну. Механізація та автоматизація виготовлення ливарних форм. Вплив способів ущільнення ливарних форм на якість відливок.

Виготовлення стрижнів із затвердінням тепловою сушкою, в оснащенні, що нагрівається, з холоднотвердіючих і рідких самотвердіючих сумішей.

Збирання та заливка ливарних форм. Вибивання відливок з ливарних форм і стрижнів. Очищення поверхні відливок, обрубкування заток, виправлення дефектів відливок. Виготовлення ливарних форм для крупних відливок.

Технологічні можливості лиття в піщані форми та області його використання. Перспективи вдосконалення лиття в піщані форми.

Виготовлення відливок литтям в оболочкові форми. Єство способу та його особливості. Ливарне оснащення і устаткування. Формуючі суміші та їх властивості. Послідовність виготовлення відливок литтям в оболочкові форми.

Виготовлення відливок литвом по моделях, що виплавляються. Єство способу і його особливості. Матеріали для виготовлення моделей, що виплавляються, приготування модельних складів. Оснащення та устаткування для виготовлення відливок по моделях, що виплавляються. Послідовність виготовлення відливок литтям по моделях, що виплавляються.

Виготовлення відливок литтям в кокіль. Єство способу і його особливості. Основні типи кокілів і матеріали для їх виготовлення. Послідовність виготовлення відливок литвом в кокіль.

Виготовлення відливок литтям під тиском. Єство способу і його особливості. Схема процесів виготовлення відливок на машинах лиття під тиском з холодною та гарячою камерами пресування. Ливарне оснащення, устаткування і матеріали для виготовлення відливок. Послідовність виготовлення відливок литтям під тиском.

Виготовлення відливок відцентровим литтям. Єство способу і його особливості. Схема процесів виготовлення відливок на відцентрових машинах з

горизонтальною і вертикальною осями обертання. Застосування центробіжного лиття при виготовленні фасоних відливок. Технологічні можливості та області застосування відцентрового лиття. Виготовлення відливок литтям під низьким тиском, безперервним, горизонтальним, вакуумним способами, рідким штампуванням і кристалізацією під тиском.

3.4 Виготовлення відливок з різних сплавів. Ливарні властивості сплавів. Технологічні чинники, що впливають на ливарні властивості сплавів. Вплив ливарних сплавів на якість відливок.

Виготовлення відливок з чавуну. Структура, механічні та експлуатаційні властивості сірого, високоміцного і ковкого чавунів. Чинники, що впливають на формування структури і властивостей чавуну. Ливарні і механічні властивості чавунів.

Особливості виготовлення відливок із сірого, високоміцного та ковкого чавунів різними способами лиття. Леговані і модифіковані чавуни. Области застосування відливок з чавунів.

Особливості виготовлення відливок із сталі, мідних, алюмінієвих, магнієвих і тугоплавких сплавів. Плавка сплавів і підготовка їх до заливки. Особливості виготовлення відливок різними способами лиття. Области використання відливок із сталі, мідних, алюмінієвих, магнієвих і тугоплавких сплавів.

3.5. Технологічність конструкцій литих деталей. Особливості конструювання литих деталей з урахуванням ливарних властивостей сплавів (жидкотекучості та усадки), рівня напруг у виливках, спрямованості затвердіння відливки, технології виготовлення ливарних форм (вибору роз'єму ливарних форм, конструктивних ухилів, кріплення ливарних стрижнів в ливарній формі, зручності видалення моделі з ливарної форми та стрижнів з відливки) при литті в піщані форми та спеціальними способами лиття з різних сплавів.

Розділ IV ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

4.1 Загальна характеристика обробки металів тиском. Обробка тиском, як метод маловідходної технології формоутворення високоякісних заготовок. Сучасний стан, місце і значення обробки металів тиском. Класифікація видів обробки металів тиском, області та об'єм їх застосування.

4.2 Фізичні основи обробки металів тиском. Ступінь пластичної деформації та опір деформації. Ковка і штампування. Вплив хімічного складу, температури, швидкості деформації і схеми напруженого стану на пластичність металу та його опір деформації. Роль сил тертя між металом, що деформується, й інструментом в процесах обробки тиском.

4.3 Отримання машинобудівних профілів. Визначення поняття профілю і сортаменту. Тенденції розширення сортаменту профілів, способи отримання машинобудівних профілів.

Прокатування. Єство процесу прокатування. Схема деформації металу. Сили, які впливають на метал. Умови здійснення процесу, напружений стан і характер перебігу металу при подовжньому прокатуванні.

Кількісні показники деформації. Інструмент і устаткування прокатного виробництва, їх різновиди і характеристики. Продукція прокатного виробництва. Послідовність прокатування листового металу. Різновиди листового металу. Різновиди листового прокату. Послідовність прокатування сортового металу. Різновиди сортового прокату. Прокатування безшовних і зварних труб, їх характеристика та області застосування. Спеціальні види прокату та особливості його отримання.

Пресування. Єство процесу пресування. Схеми пресування суцільних і порожнистих профілів. Напружений стан; особливості перебігу металу і кількісні показники деформації при пресуванні. Інструмент і устаткування пресування. Технологічні схеми пресування. Характеристика пресованих профілів.

Волочіння. Єство процесу волочіння. Схеми волочіння суцільних і порожнистих профілів. Напружений стан і особливості деформації металу при волочінні. Інструмент і устаткування волочильного виробництва. Технологічна схема волочіння. Характеристика профілів, одержуваних волочінням.

4.4 Способи отримання поковок. Поковки в сучасному машинобудуванні, особливості їх виготовлення універсальним інструментом і спеціальним інструментом - штампом. Спеціалізація виробництва поковок залежно від об'єму виробництва. Устаткування, яке використовується при виробництві поковок.

Кування. Єство процесу кування, початкові заготовки. Операції кування та інструмент, що використовується. Напружений стан і особливості деформації металу в операціях кування. Умови формування високої якості металу при куванні із злитків. Технологічні можливості кування.

Гаряче об'ємне штампування. Єство процесу гарячого об'ємного штампування, вживані заготовки. Різновиди гарячого об'ємного штампування. Штампування у відкритих штампах. Напружений стан і особливості деформації металу, роль заусенця. Штампування в закритих штампах. Напружений стан і особливості деформації металу. Прогресивні, маловідходні способи об'ємного штампування: видавлюванням, штампуванням в роз'ємних матрицях та ін. Ізотермічне штампування і штампування на високошвидкісних молотах. Переваги і недоліки цих способів. Якість одержуваних поковок.

Основні етапи технологічного процесу гарячого об'ємного штампування. Початкові заготовки і вимоги до них. Способи отримання фасоних заготовок. Многоруч'єве штампування. Застосування періодичного прокату для об'ємного штампування. Обробні операції після гарячого об'ємного штампування: обрізання заусенців і пробивка отворів, очищення від окалини, правка і калібрування поковок. Особливості технології гарячого об'ємного штампування в умовах автоматизованого виробництва. Технологічні можливості гарячого об'ємного штампування.

4.5 Виготовлення деталей холодним об'ємним штампуванням. Єство та схеми холодного штампуванням, висадки та об'ємного формування. Типи деталей, одержуваних різними способами холодного об'ємного штампування; вимоги до їх конструкції. Технологічні можливості та області застосування холодного об'ємного штампування.

4.6 *Листове штампування*. Єство листового штампування. Розділові операції, їх схеми, напружений стан, забезпечення вимог до якості. Розкрій і коефіцієнт використання листового металу. Формозмінюючі операції, їх схеми, напружений стан і особливості деформації металу. Послідовність штампування деталей в жорстких штампах. Інструмент і устаткування листового штампування. Особливості технології листового штампування в умовах автоматизованого виробництва.

Розділ V ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1 Загальна характеристика зварювального виробництва. Визначення зварювання, як технологічного процесу отримання нероз'ємного з'єднання. Зварювання, як технологічний процес, що сприяє розвитку безвідходного виробництва в машинобудуванні.

5.2 Фізичні основи отримання зварного з'єднання. Умови утворення міжатомних і міжмолекулярних зв'язків при утворенні зварного з'єднання. Класифікація способів зварювання. Оцінка зварювання по ступеню відповідності властивостей зварного з'єднання та основного металу. Здатність матеріалу утворювати бездефектні зварні з'єднання.

5.3 Термічний клас зварювання. *Дугове зварювання*. Єство процесу. Електричні й теплові властивості дуги. Статична характеристика дуги. Джерела зварного струму, вимоги до джерел струму та їх зовнішні характеристики. Джерела постійного і змінного струму, їх переваги та недоліки.

Ручне дугове зварювання покритим електродом. Схема процесу. Електроди для ручного дугового зварювання. Зварювальний дріт. Призначення і склад покриття електроду. Класифікація електродів за призначенням і типу покриття. Основні металургійні процеси в ванні зварювання. Захист, розкислення та легування металу ванни зварювання. Особливості кристалізації зварного шва. Хімічна неоднорідність шва.

Автоматичне зварювання під флюсом. Єство процесу. Особливості автоматичного зварювання в порівнянні з дуговою. Зварювальні матеріали.

Зварювання в атмосфері захисних газів. Єство процесу та його різновиди: зварювання неплавким і плавким електродами. Ручне, полуавтоматичне та автоматичне зварювання. Особливості вживаних джерел теплоти. Захисні гази. Особливості зварювання у вуглекислому газі. Зварювальні матеріали.

Електрошлакове зварювання. Єство і схема процесу. Особливості шлакової ванни, як розподіленого джерела теплоти. Різновид способу.

Зварювання електронним променем. Єство і схема процесу. Особливості електронного променя, як джерела теплоти. Особливості вакуумного захисту металу. Характерні форми зварного шва.

Зварювання лазером. Єство і схема процесу. Отримання лазерного променя та його характеристика, як джерела нагрівання. Технологічні можливості способів зварювання плавленням, області їх застосування.

5.4 Термомеханічний клас зварювання. *Електричне контактне зварювання.* Єство процесу. Способи контактного електричного зварювання: стикова, опором і оплавленням, точкова, шовна і рельєфна. Зварювання з акумульованою енергією. Єство і схема процесу конденсованого зварювання. *Дифузійне зварювання у вакуумі.* Єство способу. Особливості підготовки поверхонь зварювання.

5.5 Механічний клас зварювання. *Ультразвукове зварювання.* Єство і схема процесу. *Зварювання тертям.* Єство і схема процесу. *Холодне зварювання.* Єство і схема процесу. Різновиди способу -стикова, точкова,

шовна. Технологічні можливості термомеханічного й механічного класів зварювання та області їх застосування.

Розділ VI ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН

6.1 Основи технології обробки заготовок деталей машин. Технологічна послідовність виготовлення виробів. Основні задачі виробництва при обробці заготовок: форма поверхні, точність розмірів, фізико-механічні властивості.

6.2 Методи формоутворення поверхні деталей машин різанням з використанням лезвійного інструменту.

6.3 Методи формоутворення поверхонь деталей машин з використанням абразивного інструменту.

Розділ VII НЕМЕТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ

7.1 Технологія виготовлення виробів з пластмас. Класифікація способів: гаряче пресування, штампування пластмас, способи лиття пластмас, способи формування виробів з пластмас, їх характеристика.

7.2 Технологія виготовлення виробів з гуми. Класифікація виробів. Способи виготовлення виробів з гуми та області їх застосування.

7.3 Технологія виготовлення виробів методами порошкової металургії та з композиційних матеріалів. Способи формоутворення виробів з порошків. Основні види композиційних матеріалів і технологія отримання виробів з них.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ I ВЛАСТИВОСТІ ТА БУДОВА КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Література: [1, с. 81 – 124; 155 - 167]

Зверніть увагу на основні фізичні, хімічні, механічні, експлуатаційні та технологічні властивості матеріалів. Розгляньте методи визначення механічних і технологічних властивостей матеріалів.

Процес кристалізації розплаву починається з утворення центрів кристалізації з подальшим зростанням кристалітів. При цьому можливі різні спотворення кристалічних ґрат, які впливають на властивості сплавів.

Зміни в сплавах, що відбувається при їх охолодженні або нагріванні, визначають по діаграмах стану, які графічно показують рівноважний стан і структуру сплавів залежно від температури та концентрації компонентів. З'ясуйте метод побудови таких діаграм. Вивчить структурні складові залізовуглецевих сплавів діаграми стану “залізо - цементит”, та перетворення, що відбувається в сплавах при їх охолодженні. Вивчить вплив основних домішок на властивості залізовуглецевих сплавів. Класифікація сталей по хімічному складу та їх маркування.

Вивчить основні властивості кольорових металів і сплавів, області їх застосування і маркування.

Розділ II ОСНОВИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1 Фізико-хімічні основи металургійного виробництва.

Для виробництва чорних й кольорових металів і сплавів використовують металургійні руди, флюси, паливо і вогнетривкі матеріали. Зверніть увагу на

руди, які використовують при виплавці сплавів, їх склад і підготовку до плавки.

Ознайомтесь з матеріалами, що використовуються як флюси при виробництві чавуна і сталі. З'ясуйте вибір флюсів (кислих або основних) залежно від використаних у виробництві плавильних печей і управління процесами видалення шкідливих домішок з розплавів.

Основний вид металургійного палива - кокс. Слід знати спосіб його отримання, хімічний склад, властивості і теплотворну здатність. З інших видів палив зверніть увагу на природний і доменний газ, які використовують в металургії.

Футеровку металургійних печей і ковшів для розливання металу виготовляють з вогнетривких матеріалів, тому потрібно добре знати їх хімічний склад, вогнетривкість та області застосування.

2.2 Виробництво чавуну.

Література: [1, с. 13 - 30], [2, с.25 - 41], [4, с.9 -25]

Чавун виплавляють у високопродуктивних агрегатах - доменних печах. Вивчіть доменну піч і принцип її роботи. При згорянні коксу в доменній печі виділяється теплота. Газовий потік, підіймаючись вгору, прогріває шихту до температури: 570°C , при якій і починається процес відновлення оксидів заліза.

Розглядаючи процеси доменної плавки, з'ясуйте хімічні реакції горіння палива, процеси відновлення оксидів заліза, кремнію, марганцю, фосфору та сірки, процеси утворення чавуну і шлаку, випуск чавуну і шлаків з доменної печі. Зверніть особливу увагу на продукти доменної плавки. Розгляньте техніко-економічні показники доменного виробництва, шляху інтенсифікації доменного процесу та автоматизації роботи доменних печей.

Питання для самоперевірки:

1. Які руди застосовують для отримання чавуну, який їх хімічний склад?
2. Призначення флюсів при отриманні чавуну, види флюсів і їх хімічний склад.

3. Види палива. Теплотворна здатність коксу та природного газу.
4. Вимоги, що пред'являються до руд, флюсів, палива при виробництві чавуну.
5. Які фізико-хімічні процеси протікають в кожній зоні доменної печі?
6. В яких зонах доменної печі та при яких температурах відбувається процес відновлення заліза з його оксидів? Хімічні реакції цього процесу.
7. Яким чином та при яких температурах відбувається науглецювання заліза та отримання чавуну? Процентний вміст вуглецю в чавуні.
8. Продукти доменної плавки та області їх застосування.

2.3 Виробництво сталі

Література: [1, с. 30 - 61], [2, с. 42 - 67] [4, с. 26 - 49]

Процес виробництва сталі заснований на зниженні процентного вмісту вуглецю та домішок, що є в передільному чавуні, перехід їх в шлаки та гази в процесі плавки. З'ясуйте ество процесів видалення домішок на основі законів фізичної хімії. При цьому зверніть увагу на роль шлаків в управлінні металургійним процесом. Розгляньте основні хімічні реакції, що відбуваються при плавці.

Ознайомитися з пристроєм і принципом роботи мартенівських печей. Особливу увагу надайте виробництву сталі скрап-рудним процесом, як найбільш економічним. Вивчіть характерні періоди плавки цього процесу та їх значення. Розгляньте особливості процесу плавки сталі в кислих мартеновських печах і шляху інтенсифікації мартенівського процесу. З'ясуєте, які сталі виплавляють в мартенівських печах.

Киснево-конверторний процес - найекономічніший спосіб виробництва сталі. Ознайомтеся з пристроєм сучасних кисневих конверторів і принципом їх роботи. Розгляньте шихтові матеріали конверторного виробництва, технологію плавки, звернувши увагу на окислювальний період плавки та розкислювання сталі. Проведіть порівняльну оцінку техніко-економічних показників роботи мартенівських печей і киснево-конверторного виробництва.

Вивчаючи виробництво високоякісних, інструментальних і високолегованих сталей в дугових електричних печах, вивчіть пристрої та принцип роботи. В дуговій печі можливі дві технології плавки: переплавою на шихті з легованих відходів та окисленням домішок на вуглецеву шихту.

Ознайомтеся з пристроєм і принципом роботи індукційних електричних печей. В індукційних печах сталь одержують переплавою або оплавленням шихтових матеріалів. З'ясуйте особливості цих процесів.

Вивчаючи процеси розливки сталі, ознайомтеся з пристроєм розливного ковша, виливниць і установок безперервного розливання сталі. Розгляньте схеми процесів. Зверніть увагу на якість злитків.

По ступеню розкисленості сталі поділяють на спокійні, киплячі й полуспокійні. Запам'ятайте різницю між ними. Вивчіть процес кристалізації злитків і їх будову. Зверніть увагу на можливі дефекти та заходи їх запобігання.

В даний час в металургійному виробництві широко застосовують нові технологічні способи підвищення якості сталей; обробку сталі синтетичними шлаками; вакуумування при розливанні; електрошлакова переплавка (ЕШП); вакуумно-дугова переплавка (ВДП) і ін. Зверніть увагу на єство і схеми процесів, технологічні можливості способів і області застосування.

Питання для самоперевірки

1. Єство процесів переробки чавуну та скрапу в сталь?
2. На які періоди поділяється кислий (безсемерівський) конвертерний процес переробки чавуну в сталь, які хімічні реакції відбуваються в кожному з них?
3. Технологія виплавки сталі в мартенівській печі.
4. Характеристика конвертерну і мартенівську сталі, області застосування.
5. Пристрій і принцип роботи дугової електричної печі.
6. Области застосування сталей, що виплавляється в індукційних печах.

7. Єство електрошлакової переплавки, переваги та перспективи розвитку?

8. Способи підвищення якості сталі?

9. Поясніть будову сталевого злитка киплячої та спокійної сталі.

10. Дефекти злитків і способи їх попередження та усунення?

2.4 Виробництво кольорових металів

Література: [1, с. 63 - 79], [2, с. 68 - 79] [4, с. 49 - 64]

Виробництво міді. Основний спосіб виробництва міді - пірометалургійний. Зверніть увагу на вживані вихідні матеріали та їх підготовку; розгляньте єство пірометалургійного способу виробництва міді, звертаючи увагу на хімічні реакції відновлення міді при виплавці штейну і його конвертація при отриманні чорної міді. З'ясуйте єство вогняного і електролітичного рафінування чорної міді, звернувши увагу на можливості попутного витягання з міді домішок благородних металів (золота, платини, срібла), інших цінних елементів (селену, теллура, германію).

Виробництво алюмінію. Основний спосіб виробництва алюмінію - електролітичний. Зверніть увагу на вживані вихідні матеріали та єство процесу отримання глинозему лужним способом, єство процесу отримання кріоліту. Розгляньте процес отримання алюмінію шляхом електролізу, реакції дисоціації глинозему під дією постійного електричного струму. Отриманий алюміній сирець піддають очищенню продуванням хлором або електролітичним рафінуванням. Розгляньте єство процесу рафінування, звернувши увагу на чистоту первинного алюмінію.

Виробництво магнію. Основний сучасний спосіб виробництва магнію - електролітичний. Розгляньте вживані вихідні матеріали та їх підготовку, єство електролітичного отримання магнію та його особливості, звернувши увагу на розкладання хлористого магнію, за рахунок чого підвищується концентрація інших хлоридів, що вимагає часткового видалення відпрацьованого

електроліту. Отриманий чорновий магній рафінують, переплавляючи його з флюсами. Єство процесу рафінування.

Виробництво титану. Сучасний спосіб виробництва титану - магнієтермічний. Розгляньте вживані вихідні матеріали, їх попередню підготовку, схему магнієтермічного способу отримання титану. Зверніть увагу на виробництво титанового концентрату та титанового шлаку, на призначення хлорування титанового шлаку в печі, на роль магнію в процесі відновлення титану. З'ясуєте процес вакуумної дистиляції титанової губки і процес плавки її на злитки у вакуумних дугових печах.

Питання для самоперевірки

1. Основні мідні руди, вкажіть методи їх збагачення.
2. Процес отримання чорної міді в горизонтальному конвертері. Які при цьому відбуваються реакції?
3. Марки одержуваної міді та області її застосування.
4. Основні алюмінієві руди, їх склад, схема отримання глинозему. Способи виробництва чистого глинозему.
5. Марки одержуваного алюмінію та області його використання.
6. Основні магнієві руди та їх склад. Способи збагачення магнієвих руд.
7. Єство термічного способу отримання металевих магнію шляхом відновлення його з оксидів?
8. Спосіб рафінування магнію. Область застосування одержаного магнію.
9. Найважливіші титанові руди та їх склад.
10. Методи переробки титанових руд, отримання металевих губчастого титану? Область застосування титану.

Розділ III ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Загальна характеристика ливарного виробництва

Література: [1, с. 329 - 330]

Основна продукція ливарного виробництва - складні (фасонні) заготовки деталей. Виливки одержують заливкою розплавленого металу в ливарну форму, внутрішня робоча порожнина якої має конфігурацію відливки. Після затвердіння та охолодження відливку витягують з ливарної форми, при цьому форму руйнують (разова ливарна форма) або розбирають на частини для повторного використання (багатократна ливарна форма).

Відливки одержують литвом в піщану ливарну форму, в оболочкову форму, по моделях, що виплавляються, в кокіль, під тиском, відцентровим литтям і іншими способами. Вибір способу литва визначається його технологічними можливостями і техніко - економічними показниками.

Самим універсальним, але менш точним, є спосіб лиття в піщану форму. Спеціальними методами лиття одержують відливки підвищеної точності, більш високого класу шорсткості поверхні та мінімальними припусками на механічну обробку.

Основна гідність формоутворення заготовок литтям, яке вигідно відрізняє його від інших методів формоутворення заготовок - можливість отримання різноманітних по масі заготовок практично будь-якої складності безпосередньо з рідкого металу.

3.2 Фізичні основи виробництва відливок

Література: [1, с. 347 - 371]

Якість відливок багато в чому визначається процесами взаємодії ливарної форми та відливок. Ця взаємодія - силова, теплова, хімічна виявляється під час заливки ливарної форми розплавом і затвердіння відливок. Силова дія струменя розплаву при заливанні може привести до розмиву ділянок форми та виникненню дефектів. Теплова взаємодія, що виявляється при охолодженні

металу та нагріву форми, викликає розширення робочого шару форми, виділення газів з форми та стрижнів. Хімічна взаємодія виявляється в утворенні хімічних з'єднань на поверхні контакту: відливка - форма.

Ливарні властивості сплавів, які характеризують поведінку сплаву в процесі виготовлення відливок, слід розглядати з урахуванням взаємодії ливарної форми і відливки.

Вивчіть основні ливарні властивості сплавів: жидкотекучість, усадку, схильність до тріщиноутворення та газопоглинаючу ліквідацію. Запам'ятайте, до яких дефектів призводять низькі показники ливарних властивостей, які технологічні заходи використовують для попередження утворення дефектів.

Важливою передумовою отримання відливок без дефектів є правильна конструкція відливки. Вивчіть особливості конструювання відливок з урахуванням ливарних властивостей сплавів.

3.3 Способи виготовлення відливок

Література: [1, с. 331 – 347; 387 - 402], [2, с. 174 - 261] [4, с. 236 - 292].

Виготовлення відливок в піщаних формах. Розгляньте послідовність виготовлення відливки в піщаній ливарній формі. Для виготовлення піщаної ливарної форми використовують модельний комплект, опоче оснащення та формуючі матеріали.

В модельний комплект входять: модель відливки або модельні плити, стрижньові ящики, моделі літничково-живлячої системи. З'ясуйте, в яких випадках доцільно застосовувати дерев'яні модельні комплекти, а в яких - металеві. Модельні комплекти виготовляють з деревини, металу і пластмас.

Зверніть увагу на теплофізичні властивості формуючих і стержневих сумішей і відмінність формуючих сумішей для сталі, чавуну та кольорових сплавів. До стрижньових сумішей пред'являють підвищені вимоги, оскільки стрижень знаходиться в менш сприятливих умовах, ніж форма. Розгляньте стрижньові суміші, що твердіють у контакті зі стрижньовим ящиком в гарячому та холодному станах.

Ливарні форми і стрижні виготовляють вручну і на машинах. Вивчіть способи ручного виготовлення в парних опоках, за шаблоном, виготовлення крупних форм в кесонах.

Запам'ятайте способи ущільнення форм струшуванням, пресуванням, пескометом. Зверніть увагу на способи поліпшення якості ущільнення діафрагменом і диференціальним пресуванням багатоплунжерною головкою для виготовлення відливок складної конфігурації, плівково-вакуумне формування.

Зверніть увагу на технологічні заходи забезпечення високих якостей стрижнів (застосування каркасів, вентиляційних каналів). Стрижні виготовляють ручним способом, на пескодувних і пескострільних машинах. Прогресивний спосіб - виготовлення стрижнів по гарячих ящиках. Технологічним способом є виготовлення форм плівково-вакуумним формуванням.

Заливку зібраних форм проводять на конвейєрах, де вони охолоджуються до температури вибивки. Вибивку відливок з форм і стрижнів з відливок проводять на вібраційних ґратах. Слід зазначити механізацію трудомістких операцій та розібратися в принципах роботи автоматизованих формувальних заливальних конвейєрів, потокових ліній для виготовлення відливок, вибивки форм і подальшого охолодження відливок до нормальних температур.

Розгляньте способи видалення литникової системи, прибутків; способи очищення відливок від суміші, що пригоріла, і заусенців; вивчіть схему і принцип роботи дробеметної установки.

Виготовлення відливок в оболочкових формах. Розгляньте схему процесу формування оболонок, послідовність виготовлення оболонок бункерним способом, збирання форм і підготовку їх до заливки розплавленим металом. Зверніть увагу на склад і властивості формуючої суміші та особливості ливарного оснащення, яке використовують при виготовленні форм і стрижнів.

Основні переваги і недоліки виготовлення відливок в оболочкових формах. З'ясуйте технологічні можливості способу та області застосування відливок.

Виготовлення відливок по моделях, що виплавляються. Прослідуйте виготовлення моделей з легкоплавкого складу в пресформах, збирання моделей в блок, виготовлення ливарної форми, підготовка її до заливки, заливка розплавленим металом, вибивка та очищення відливок. Відзначте технологічні особливості способу, основні переваги та недоліки лиття по моделях, що виплавляються. Технологічні можливості та області застосування способу.

Виготовлення відливок литтям в кокіль. Єство процесу полягає у вільній заливці розплавленого металу в металеві форми - кокілі. Розгляньте типи кокілів, послідовність виготовлення відливок. Зверніть увагу на пристрій каналів для відведення газів з полостей форм і на пристрої, що використовують для видалення відливок, а також конструкції металевих стрижнів.

З'ясуйте призначення попереднього підігріву форм, теплозахисних покриттів, що наносяться на робочі поверхні форм, на послідовність збирання кокілів.

Особливості лиття в кокіль - підвищені швидкості затвердіння і охолодження відливок, що в одних випадках сприяє отриманню дрібно-зернистої структури та підвищенню механічних властивостей, а в інших - викликає відбілення.

Відзначте основні переваги і недоліки лиття в кокілі. Технологічні можливості способу та області його застосування.

Виготовлення відливок під тиском. Розгляньте пристрій машин лиття під тиском з горизонтальною холодною камерою пресування і гарячою камерою пресування. Послідовність виготовлення відливок, пристрій прес-форм і пристосувань для видалення відливок.

Переваги і недоліки лиття під тиском. Зверніть увагу на технологічні можливості способу та області його застосування. Виготовлення відливок

литтям під регульованим тиском. Розгляньте пристрій установки для лиття під низьким тиском і послідовність виготовлення відливок. Спосіб дозволяє автоматизувати операції, що сприяє підвищенню густини відливок і зменшенню витрати розплавленого металу на литникову систему. Особливості конструювання відливок, технологічні можливості та області застосування.

З'ясуйте єство лиття вакуумним всмоктуванням, переваги і недоліки способу і області застосування.

Виготовлення відливок відцентровим литтям. Розгляньте пристрій машин з горизонтальною і вертикальною осями обертання, послідовність виготовлення відливок. Переваги і недоліки відцентрового лиття, технологічні можливості способу та області застосування.

Питання для самоперевірки

1. Приведіть класифікацію способів виготовлення відливок.
2. Охарактеризуйте схему технологічного процесу виготовлення відливок. Яке при цьому застосовується модельно-опочне оснащення та формуючий інструмент?
3. Які формуючі матеріали застосовують для виготовлення ливарних форм? Вимоги щодо формуючих матеріалів.
4. Порядок приготування формуючих і стрижньових сумішей.
5. Схема центральної установки для виготовлення суміші, виготовлення єдиної формуючої суміші.
6. Машинне формування і типи машин, які використовують для виготовлення ливарних форм. Области застосування машинного формування.
7. З якою метою застосовується сушка ливарних форм і стрижнів? Устаткування, яке використовується.
8. Вкажіть переваги лиття в металеві форми (кокілі). Охарактеризуйте технологію отримання відливок цим способом.
9. Спосіб лиття під тиском.

10. Спосіб відцентрового лиття? Види машин, область застосування відливок, одержуваних цим способом.

11. Спосіб лиття по моделях, що виплавляються? Переваги і недоліки цього способу, область застосування.

12. Спосіб лиття в оболочкові форми, його переваги. Область застосування одержуваних відливок.

13. Охарактеризуйте процес отримання відливок способом безперервного лиття в кристалізатори, схема та принцип роботи цих машин.

14. Лиття під низьким тиском? Область застосування одержуваних відливок.

3.4 Виготовлення відливок з різних сплавів

Література: [1, с. 372 - 385], [2, с.79 - 202, 237 - 265] [4,с. 240 - 294]

Відливки з сірого чавуна. Чавун - багатокомпонентний сплав заліза, вуглецю та іншими елементами - є найпоширенішим матеріалом для виготовлення фасонних відливок. По структурі основи і формі графітних включень чавун розподіляють на білий, сірий, високоміцний і ковкий. Структура основи і форма графітних включень визначають механічні властивості чавуна. На структуру чавуна впливають: хімічний склад сплаву, швидкість охолодження відливок, модифікування і термічна обробка.

Сірий чавун - найдешевший конструкційний матеріал, що має високу міцність і зносостійкість, малу чутливість до зовнішніх надрізів. Методи підвищення міцності чавуна (легування, модифікація), характеристики ливарних властивостей чавуну. Вивчіть пристрій плавильних печей, які використовують для плавки сірого чавуну (дугові та індукційні електричні печі) принципи їх роботи. Особливості виготовлення ливарних форм, процес заливки їх розплавленим металом.

Відливки з високоміцного чавуну. Високоміцний чавун з кулястим графітом одержують при введенні в розплавлений метал магнію, церія та інших елементів в малих кількостях. Високоміцний чавун разом з високою міцністю володіє пластичністю. Плавку високоміцного чавуна ведуть в дугових і індукційних електричних печах. Чавун з кулястим графітом має велику схильність до утворення усадкових раковин, усадкової пористості і холодних тріщин. Тому слід зазначити особливості виготовлення ливарних форм, заходи попередження дефектів у відливках, процес заливки чавуна в ливарні форми.

Відливки з ковкого чавуну. Відливки одержують з білого чавуну з послідувачим відпалом з метою розкладання цементиту та отримання графіту компактної хлоп'євидної форми. При вивченні технології виготовлення відливок зверніть увагу на підвищену усадку білого чавуна, низьку жидкотекучість і більш високу схильність до утворення тріщин. Засвойте особливості виготовлення ливарних форм, заходи попередження усадкових дефектів. Чавун заливають у форми при більш високих температурах, тому його плавлять дуплекс - процесом або в електричних печах.

Відливки із сталі. Сталь широко застосовують для деталей, які разом з високою міцністю повинні володіти хорошими пластичними властивостями, бути надійними і довговічними в експлуатації. В нелегованих сталях вуглець є основним елементом, який визначає механічні та експлуатаційні властивості, а в легованих - вміст легуючих елементів.

Формуючі суміші володіють підвищеною вогнетривкістю і податливістю; зверніть увагу на застосування прибутків і холодильників, температури заливки сталі, конструкцію ковшів для заливки, методи підведення розплавленої сталі в порожнину форми; на необхідність термічної обробки сталевих відливок для поліпшення їх структури, механічних властивостей, зняття напруг.

Розгляньте процеси плавки сталі в дугових індукційних електричних і плазмово-індукційних печах.

Відливки з мідних сплавів. По хімічному складу мідні сплави поділяють на бронзу і латунь. Вивчіть їх механічні, експлуатаційні і ливарні властивості. Особливості плавки бронзи і латуні в індукційних печах. Виготовлення відливок з мідних сплавів утруднено через підвищену усадку, утворення оксидних плівок на поверхнях відливок, схильність до ліквації.

Відливки з алюмінієвих сплавів. Вивчіть механічні, експлуатаційні і ливарні властивості сплавів. Алюмінієві сплави плавлять в електричних печах опору та індукційних печах. З'ясуйте призначення і єство процесів рафінування і модифікації.

Особливості виготовлення відливок з алюмінієвих сплавів при литті в піщані форми, кокілі, під тиском. Заходи попередження утворення усадкових раковин, пористості і тріщин у відливках. Для поліпшення механічних властивостей алюмінієві відливки піддають термічній обробці.

Відливки з магнієвих сплавів. Вивчіть механічні, експлуатаційні і ливарні властивості магнієвих сплавів. Особливості плавки, призначення процесів рафінування і модифікації сплавів. Виготовлення відливок з магнієвих сплавів утруднено через високу хімічну активність і низькі ливарні властивості. Розглядаючи особливості виготовлення відливок при литті в піщані форми, кокілі, під тиском, зверніть увагу на підведення металу у форму, конструкцію литникових систем, на призначення фільтруючих сіток і заходи попередження утворення усадкових раковин, пористості і тріщин. Для попередження загоряння магнію у формувальну суміш вводять спеціальні присадки з фтористих солей, сечовини, а струмінь розплавленого металу припилюють сірчанним порошком; для поліпшення механічних властивостей відливки піддають термічній обробці.

Відливки із сплавів титану. Зверніть увагу на високу хімічну активність сплавів титану і особливості процесу плавки.

Відливки з титану і його сплавів виготовляють в мідних кокілях, в формах з щільного графіту, в оболочкових формах з високовогнетривких

нейтральних оксидів або графітного порошку на смоляній зв'язці. Дрібні складні відливки виготовляють литтям по моделях, що виплавляються. Матеріалом для форм служать цирконій, діоксид цирконія, а зв'язуючим - етилсилікат. Литникова система повинна забезпечувати швидке заповнення форми та достатнє живлення товстих перетинів відливок.

Питання для самоперевірки

1. Ливарні властивості сплавів. Що таке жидкотекучість, усадка, ліквіація? Які розрізняють види усадки?
2. Охарактеризуйте ливарні властивості сірого чавуну. Особливості ливарних властивостей сталі, спосіб обліку цих властивостей при виготовленні форм для сталевих відливок.
3. Характерні особливості ливарних властивостей сплавів кольорових металів.
4. Особливості виготовлення відливок з ковкого чавуна? Области застосування ковкого чавуна.
5. Що входить до складу шихтових матеріалів при переплавленні чавуну? Яке призначення шихтового матеріалу?
6. Охарактеризуйте схему пристрою і принцип роботи печей для плавки міді, алюмінію, магнію і титана.
7. Охарактеризуйте порядок заливки металів в ливарні форми. Який вплив температури металу і швидкості заливки на якість відливок?
8. Режими термічної обробки відливань з чавуна, сталі, кольорових металів.
9. Область застосування відливок з сірого чавуну, сталі і кольорових металів.
10. Дефекти, способи їх попередження та усунення.
11. Способи контролю якості відливок.
12. Методи виправлення ливарних дефектів, їх характеристика.

Розділ IV ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

4.1 Загальна характеристика обробки металів тиском

Література: [1, с. 406 - 420]

Процеси обробки тиском дуже різноманітні. Звичайно їх об'єднують в шість видів: прокатка, пресування і волочіння - для отримання виробів постійного поперечного перетину по довжині; кування, об'ємне штампування і листове штампування - для отримання деталей або заготовок, що мають форму, наближену до форми готових деталей. Вивчаючи види обробки металів тиском, особливу увагу надати технологічним можливостям і областям їх застосування. Пластичною деформацією одержують вироби з високою продуктивністю, малими відходами, можливістю підвищення механічних властивостей металу.

4.2 Фізичні основи обробки металів тиском

Література: [1, с. 406 - 420], [3, с. 80-87] [4, с. 112-123, 295-300]

При всіх технологічних методах обробки металів тиском відбувається пластична деформація. В полікристалічних тілах - металах - пластична деформація відбувається головним чином за рахунок деформацій зсуву в окремих кристалах (зернах). Тому спочатку розгляньте механізм пластичної деформації монокристала - ковзання та двійникування, а потім деформацію металу, що має полікристалічну будову. Зміна кристалічної структури металу при пластичній деформації призводить до зміни його фізико-механічних властивостей: збільшенню міцності і твердості, зниженню пластичності. Сукупність зміни властивостей в результаті зміни структури при пластичній деформації називають зміцненням або наклепом.

При нагріванні металу, що отримав зміцнення, збільшення енергії атомів при певній температурі призводить до якісної зміни структури - зародженню і зростанню нових рівноосних зерен з неспотвореними кристалічними ґратами замість деформованих. Це явище називають рекристалізацією, яка відбувається при певних для кожного металу температурах. Залежно від температури, при

якій відбувається процес деформації, розрізняють деформацію холодну і гарячу. Для холодної характерний наклеп або зміцнення, для гарячої - рекристалізація або знеміцнення. Розглядаючи зміни в будові металу при пластичній деформації, необхідно враховувати, що метали містять неметалічні включення, які розташовуються між зернами полікристалу. При деформації ці включення витягуються уздовж напрямку деформації, обумовлюючи відмінність властивостей металу у різних напрямках. Таким чином, властивості одержуваних обробкою тиском виробів визначаються умовами, при яких відбувається пластична деформація. Від цих умов залежать і технологічні властивості металу. Для отримання виробів необхідної форми та якості необхідно знати основні закони пластичної деформації і вплив умов обробки на властивості металу, що деформується.

При розробці процесів обробки металів тиском вважають, що об'єм металу до деформації дорівнює об'єму металу після деформації (закон об'єму, що є постійним). Кожна точка тіла, що деформується, переміщається у напрямі як найменшого опору. Переміщенню металу протидіють сили терття, що виникають на поверхнях контакту деформуючого інструменту і металу заготовки. Терття змінює схему додатку сил, що мають вплив на пластичність і опір деформації металу. Ці властивості залежать також від хімічного складу сплаву, його попередньої обробки, температури і швидкості деформації.

Нагрів металів перед обробкою тиском. Нагрів металу перед пластичною деформацією проводять з метою підвищення його пластичності і зменшення опору деформації. Кожний метал і сплав можна нагрівати до певної температури. Наприклад, сталь 10 можна нагрівати до 1250°C , а інструментальну сталь У10 - до 1150°C . Перевищення температур вище допустимої призводить до утворення у виробі того або іншого браку (перегріву, перепалу). Із зменшенням температури пластичність металу знижується, опір деформації збільшується, зменшується інтенсивність окислення поверхні.

Нагрівання металу перед обробкою тиском є важливою допоміжною операцією, від якої в значній мірі залежить якість, продуктивність і вартість готової продукції. Тому до нагріву пред'являють такі вимоги, як рівномірність температури по перетину заготовки, її мінімальне окислення і знеуглецьовування. Велике значення для якості металу має швидкість нагріву: при повільному нагріванні знижується продуктивність, збільшується окислення і знеуглецьовування; при швидкому - в заготівлі з'являються тріщини. Схильність до утворення тріщин тим більше, чим більше розміри заготовки і менше теплопровідність металу.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте основні способи обробки металів тиском.

Область їх застосування.

2. Поясніть фізичне ество пластичної деформації при обробці металів тиском.

3. Що таке наклеп і рекристалізація металів? Як вони впливають на пластичність металів?

4. Вкажіть вплив на пластичність металу його хімічного складу і величини зерна (структури).

5. Які чинники впливають на пластичність металу?

6. Поясніть різницю між холодною і гарячою обробкою тиском та вплив цих способів на фізико-механічні властивості металу, що обробляється.

7. Що таке технологічна пластичність металів, від яких параметрів процесу вона залежить?

8. Що таке опір металу деформації, де враховується цей показник властивостей металів і сплавів при розробці технології обробки тиском?

4.3 Отримання машинобудівних профілів

Література: [1, с. 426 - 502], [2, с. 95-104, 168-172] [4, с. 311-385]

Прокатування. При прокатуванні метал деформується валками, що обертаються, конфігурація і взаємне розташування яких різне. Розрізняють три схеми прокатування: поздовжню, поперечну і поперечно-гвинтову. Найбільше розповсюдження знаходить схема поздовжньої прокатки, коли метал переміщується перпендикулярно площини, що проходить через осі валків. Тертя між валками і заготовкою обумовлює її захоплення та деформацію: обтиск по висоті, розширення і витяжку.

Інструмент прокатки - гладкі і каліброванні валки. Обладнання - прокатні стани, які класифікують по кількості та розташуванню валків (двох; чотирьохвалкові, багатовалкові, універсальні), по взаємному розташуванню робочих клітей і за призначенням.

Початковою заготовкою при прокатуванні є зливки. Продукцію прокатного виробництва можна розділити на чотири основні групи: листовий прокат у вигляді листів, смуг і стрічок різної товщини; сортовий прокат з простою формою профілю і складною (фасонні); труби безшовні та зварні; спеціальний прокат, поперечний перетин якого по довжині періодично міняється.

Прокат використовують як заготовки в ковальсько-штампувальному виробництві, при виготовленні деталей механічною обробкою й при створенні зварних конструкцій. Прокатуванню піддають до 90 % всієї сталі, що виплавляється, велику частину кольорових металів і сплавів. Відзначте особливості конструкції форм профілів, які обумовлені вимогами технології прокатування. Наприклад, ухили і радіуси закругленої форми з сортових профілів фасонів визначаються особливостями калібрування прокатних валів. Економічні профілі одержують з листового металу послідовної гнучкої у валках профілегибочних станів. Розгляньте приклади різноманітних гнутих профілів.

Пресування. Процес пресування, при якому метал видавлюють крізь отвір довільної форми, дозволяє одержувати профілі складнішої форми, ніж при

прокатуванні, з більш високою точністю. Заготовками служать злитки або прокат.

Метал при деформації знаходиться в стані всебічного нерівномірного стиснення. Ця особливість дає можливість пресувати труднодеформовані сплави, що мають знижену пластичність. Пресуванням більш економічно (ніж прокатуванням) виготовляти дрібні партії профілів, оскільки перехід від виготовлення одного профілю до іншого здійснюється легше, ніж при прокатуванні. Проте при пресуванні значні відходи металу і знос інструменту.

Пресування виконують на спеціалізованих гідравлічних пресах. Знайомлячись з пристроєм устаткування та інструментом, зверніть увагу на розташування та взаємодію його частин при різних способах пресування. Сортовий і трубний прокат, пресовані профілі служать заготовками для волочіння.

Волочіння. Процес волочіння, здійснюється в умовах холодної деформації, що дозволяє одержувати дріт, тонкостінні труби та інші профілі невеликих розмірів з високою точністю та низькою шорсткістю поверхні. Волочіння не повинне перевищувати зусилля, при якому може відбутися руйнування одержуваного виробу. Тому обтиск металу за один прохід обмежують, а також вживають заходів для зменшення терття між металом і інструментом та вводять проміжний відпал для збільшення пластичності металу.

Розглядаючи принциповий пристрій устаткування для волочіння барабанного та ланцюгового станів, зверніть увагу на область застосування кожного з них.

Питання для самоперевірки

1. Накресліть схему прокатки металів у валках і вкажіть напрями дії сил у момент захоплення металу валками. Що таке обтиск і розширення? Як визначається коефіцієнт витяжки при прокатуванні?

2. Схема головної лінії прокатного стану, приведіть характеристику основних вузлів робочої кліти стану.
3. Класифікація сортаменту прокату, область застосування прокату.
4. Загальна схема технологічного процесу прокатки. Технологія прокатки сортової сталі. Область застосування сортової сталі.
5. Основи технології виробництва листового прокату. Область застосування цих профілів.
6. Виробництво безшовних сталевих труб. Яке застосовується устаткування? Область застосування цього вигляду труб.
7. В чому полягає технологія виробництва зварних труб? Яке застосовується устаткування? Область застосування зварних труб.
8. Технологічний процес прокатки листів із злитків кольорових металів.
9. Сортамент профілів, одержуваних волочінням. Область їх застосування.
10. Єство процесу волочіння прутків, профілів, труб і дроту? Схеми цих процесів обробки. Якими коефіцієнтами деформації характеризується процес волочіння?
11. З якого матеріалу виготовляються волокни? Накресліть розріз і вкажіть основні вузли та їх призначення.
12. Охарактеризуйте схему (операції) технологічного процесу волочіння. В чому полягає підготовка металу до волочіння?
13. Схема пресування труб, в чому відмінність її від схеми пресування прутків. Основний інструмент для пресування і його призначення.
14. Види пресів для пресування прутків? Схема пристрою горизонтального гідравлічного пресу і принцип його роботи? Якими коефіцієнтами деформації характеризується процес пресування?
15. Преси для отримання труб? Відмінність від пресів для отримання прутків?

16. Технологія пресування прутків і труб. Охарактеризуйте технологічні операції.

4.4 Способи отримання поковок

Література: [1, с. 478 - 502], [2, с. 107-118] [4, с. 385-399]

Кування. При куванні гарячу деформацію металу проводять послідовно на різних ділянках заготовки за допомогою універсального підкладного інструменту або бойків. Як початкову заготовку при куванні використовують для дрібних і середніх по масі поковок сортовий прокат, для крупних поковок - злитки. Процес кування складається з чередування у визначеній послідовності основних ковальських операцій. Тому, перш ніж розглянути технологічні процеси кування, вивчіть операції кування, їх особливості й призначення. Ознайомтеся з ковальським інструментом, який використовують для виконання кожної операції. Розглядаючи принципальний пристрій машин для кування (пневматичного та пароповітряного молотів, гідравлічного пресу), зверніть увагу на те, що тип вживаного устаткування обумовлюється масою поковки.

Розробка технологічного процесу кування розпочинається з складання креслення поковки по кресленню готової деталі. Куванням одержують поковки простої форми. Напуск, припуски та допуски призначають у відповідності з ГОСТ7962-79 (для сталевих поковок, що виготовляються на пресах) або ГОСТ 7829-70 (для сталевих поковок, що виготовляються на молотах).

Масу заготовки визначають, виходячи з її об'єму. Його розраховують, як суму об'ємів поковки і технологічних відходів, які визначають по формулах, що наведені у довідковій літературі.

Поперечний перетин заготовки вибирають з урахуванням забезпечення необхідного укову. Уков показує в скільки разів змінився поперечний перетин при протягуванні. Для отримання високих механічних властивостей металу необхідно досягти певний сумарний уков.

Послідовність операцій кування встановлюється залежно від конфігурації поковки і технічних вимог на неї, від виду заготовки.

Кування високолегованих сталей і кольорових металів має особливості, обумовлені їх зниженою пластичністю; кування ведеться переважно із зниженими швидкостями деформації (коли знеміцнюючі процеси протікають повніше) і зменшенням розтягуючих напруг.

Механізація і автоматизація процесів кування. Застосовують автоматизовані гнучкі кувальні модулі, в яких процес кування повністю автоматизований і здійснюється за допомогою програмних пристроїв.

Гаряче об'ємне штампування. При об'ємному штампуванні пластичний перебіг металу обмежений порожниною штампу - спеціального інструменту, який служить для отримання поковки тільки даної конфігурації. Гаряче об'ємне штампування в порівнянні з куванням дозволяє виготовити поковку, по конфігурації дуже близької до готової деталі, з великою точністю, високою продуктивністю. Проте необхідність використовувати спеціальний дорогий інструмент - штамп для кожної поковки робить штампування рентабельним лише при достатньо великих партіях однотипних поковок. Штампуванням одержують поковки масою до декількох сотень кілограм, в окремих випадках до декількох тонн.

Початкові заготовки для об'ємного штампування, як правило, одержують з сортового прокату: круглого, квадратного, прямокутного. В більшості випадків для штампування поковок складної конфігурації потрібно отримати фасонну заготовку, тобто наблизити її форму до форми поковки. З цією метою заготовку з сортового прокату перед штампуванням деформують в заготовчих струмках многоруч'євих штамів, в кувальних вальцах або іншими методами. При штампуванні особливо великої кількості однакових поковок, як заготовку застосовують періодичний прокат.

Існує значна кількість способів гарячого об'ємного штампування. Оскільки характер перебігу металу в процесі штампування визначається типом

штампу, це є ознакою для класифікації способів гарячого об'ємного штампування. Виділяють штампування у відкритих й закритих штампах з однією або декількома площинами роз'єму. Зверніть увагу на переваги та недоліки методів в області раціонального використання.

Для штампування у відкритих штампах характерне утворення заусенця в зазорі між частинами штампу. Заусенець при деформації утрудняє вихід з порожнини штампу основної маси металу, внаслідок чого напруги в ній зростають до значення, достатнього для заповнення глибоких полостей і кутів. В той же час в кінцевий момент деформації в заусенець витісняються надлишки металу. Спосіб штампування в закритих штампах, коли їх порожнина в процесі деформації залишається закритою, прогресивний і економічний, оскільки немає відходу металу в заусенець, відпадає необхідність в інструменті та устаткуванні для обрізання заусенця, є більш сприятливі можливості для штампування матеріалів із зниженою пластичністю. В той же час цей спосіб менш універсальний і вимагає заготовок високої точності, оскільки об'єм заготовки повинен дорівнювати об'єму поковки. Штампування в закритих штампах з декількома площинами роз'єму дозволяє одержувати поковки складнішої форми без технологічного напуску. Проте в цьому випадку інструмент і устаткування складніше, дорожче і окупаються тільки при великих партіях поковок.

Окрім відмінності по типу інструменту-штампу штампування розрізняється по виду устаткування, на якому проводиться. Гаряче об'ємне штампування здійснюється на молотах, механічних і гідравлічних пресах, горизонтально-кувальних машинах, горячештамповочних автоматах та іншому спеціалізованому устаткуванні. Ознайомтеся з особливостями цього устаткування, перевагами і недоліками кожної машини.

Питання для самоперевірки

1. Поясніть ество процесу вільного кування і вплив кування на структуру і властивості металів.
2. Охарактеризуйте стан металу у вогнищі деформації при куванні. Які при цьому спостерігаються закономірності?
3. Операції вільного кування, ковальський інструмент? Зобразіть ці операції.
4. Що таке коефіцієнт укову? Які його величини при куванні злитка та деформуванні заготовки?
5. Технологія вільного кування. Основні операції? Назвіть вихідний матеріал для вільного кування. Вкажіть, які технологічні операції механізуються і за допомогою яких механізмів.

4.5 Виготовлення деталей холодним об'ємним штампуванням

Література: [4, с. 412-422, 449-45 І] [2, с. 144-167]

Під холодним розуміють штампування без попереднього нагріву заготовок, тобто процес деформації, відповідний для металів, що практично використовується умовам холодної деформації. Холодне штампування поділяють на об'ємне (сортового металу) і листове (листового металу).

Залежно від характеру пластичного перебігу металу об'ємне холодне штампування поділяють на холодне видавлювання (пряме і зворотне), висадку, осідання у відкритих і закритих штампах. Необхідно представляти типи деталей, які одержують кожним із способів.

Об'ємне холодне штампування дозволяє одержувати вироби з високою точністю і гарною поверхнею. Але оскільки опір деформації металу в холодному стані високий (наприклад, при зворотньому видавлюванні сталі із вмістом вуглецю більше 0,3 % воно складає близько 3000 МПа), а економічно виправдана стійкість інструменту досягається при тиску приблизно до 2500 МПа, то цей спосіб має обмежене застосування по марках сплавів і розмірам

деталей (максимальний діаметр близько 100 мм для сталевих деталей і до 200 мм - з алюмінієвих і мідних сплавів).

До листового штампування відносять процес деформації заготовок у вигляді листів, смуг, стрічок і труб. Процеси листового штампування поділяють на операції, послідовне застосування яких дозволяє надати початковій заготівлі форму і розміри готових деталей. Операції листового штампування об'єднують в дві групи: розділові та формозмінні. При виконанні розділових операцій деформація заготовки відбувається аж до її руйнування. При виконанні формозмінних операцій, навпаки, прагнуть створити умови, при яких можна отримати найбільшу формозміну заготовки без її руйнування.

Розглядаючи розділові операції, зверніть увагу, як впливають на якість одержуваних виробів технологічні параметри процесу: зазор між ріжучими кромками, зусилля притиску, форма ріжучих кромок. При розробці процесів вирубки важливо правильно розташувати вироби на початковій листовій заготівлі (розкрити матеріал). Правильний розкрій забезпечує мінімальні відходи при вирубці та в той же час достатню перемичку між деталями, оскільки від неї залежить якість одержуваних виробів.

Основним показником економічності розкрою служить коефіцієнт використання металу, який дорівнює відношенню площини деталей до площі листа, смуги або стрічки, з яких ці деталі вирубують. Вирубка деталей з рулонної смуги або стрічки більш економічна.

Розглядаючи схеми формозмінних операцій, зверніть особливу увагу на різновиді згинання, витяжки та формуючі операції: рельєфне формування, відбортовка, роздача, обтиск. Визначте чинники, що обмежують граничне формозмінення, тобто технологічні можливості кожної операції. В кожному перетині по товщині заготовки одночасно діють стискаючі та розтягуючі напруги, тим більше, чим менше відношення радіусу гнучкі до товщини матеріалу. Мінімальний радіус гнучки є обмеженим. Особливістю згинання є відносно велика пружна деформація, що призводить до збільшення кута

згинання - "пружиненню" виробу. Тому необхідно коректувати кут згинання на кут "пружинення", який для кожного конкретного випадку знаходять в довідниках.

При витягуванні порожнистих виробів з плоскої заготовки дно виробу, що знаходиться під пуансоном, практично не деформується, а решта частини заготовки (фланець) розтягується в радіальному напрямі та стискається в тангенціальному. При стисненні фланця може відбуватися втрата стійкості та утворення складок. Для запобігання цього необхідно притискувати фланець до торця матриці.

Зусилля, яке діє з боку пуансона на заготовку, збільшується із збільшенням відношення діаметру заготовки до діаметру виробу. Ступінь витяжки характеризує граничне формозмінення виробів. При її перевищенні зусилля витяжки перевищує міцність стінки, відбувається відрив дна. У довідковій літературі наведені максимальні значення ступеня витяжки або мінімальні коефіцієнти витяжки. Якщо необхідно отримати виріб з коефіцієнтом витяжки менше граничного, застосовують витяжку в декілька переходів без стоншування або із стоншуванням стін. При виконанні формуючих операцій формозмінення відбувається за рахунок місцевого стоншування (рельєфне формування, відбортовка, роздача) або потовщення (обтиск) листового матеріалу. В першому випадку можливості операцій обмежуються небезпекою руйнування матеріалу при перевищенні допустимих деформацій розтягування, в другому - небезпекою втрати стійкості матеріалу та утворенню складок. Для характеристики граничного формозмінення при кожній операції встановлені відповідні коефіцієнти.

Інструмент листового штампування - штамп складається з робочих елементів (пуансона і матриці) та ряду допоміжних деталей. Такі штампи (жорсткі) відрізняються великою різноманітністю та можуть бути дуже складної конструкції з вбудованими механізмами подачі листа та видалення деталей та відходів. Очевидно, що такі штампи окупаються при виготовленні

достатньо великих партій однакових деталей. Тому слід зазначити, що при виготовленні невеликих партій виробів застосовують штампування еластичним, рідинним, газовим середовищем, силовим (магнітним) полем і давильні процеси. В цих способах штампування відсутня одна з двох робочих частин інструменту, внаслідок чого процес значно більш економічний. Крім того, при безпресовому штампуванні: вибухом, імпульсним магнітним полем, електрогідравлічному - навантаження на заготовку носить імпульсний характер. Це дає можливість штампувати зломані деталі з важкодеформованих сплавів, штампування яких в звичайних умовах утруднено.

Вивчаючи принципові схеми цих видів штампування, зверніть увагу на їх переваги, недоліки і області найраціональнішого і економічного використання.

Питання для самоперевірки

1. Порядок виконання операцій технологічного процесу об'ємного штампування.
2. В чому полягає обробка поковок, які одержують при гарячому об'ємному штампуванні?
3. Область застосування поковок, які одержують при гарячому об'ємному штампуванні на молотах, пресах і горизонтально-кувальних машинах.
4. Види холодного об'ємного штампування, який використовують інструмент і устаткування.
5. Послідовність технологічного процесу холодного об'ємного штампування на холодновисадочному автоматі. Область застосування одержуваних деталей.
6. Переваги і недоліки листового штампування. Які обмеження, властиві листовому штампуванню?
7. Перерахуйте операції розділення та зміни форми при листовому штампуванні, вживаний при цьому інструмент. Охарактеризуйте кожен операцію.

8. Накресліть схему штампу простої дії для вирубки та витяжки і поясніть принцип його роботи.

9. Схема пристрою та принцип роботи штампів послідовної і сумісної дії. Область застосування. Застосування яких штампів є економічно доцільним для отримання деталей?

Розділ V ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1 Фізичні основи отримання зварного з'єднання

Література: [4, с. 452 - 457] [2, с. 256 - 269].

Розгляньте фізичне ество процесу зварювання, використовуючи знання щодо будови металів і зв'язку між атомами речовини.

Метал складається із безлічі позитивно заряджених іонів, розташованих в просторі та зв'язаних в єдине ціле хмарою колективізованих електронів. При зіткненні двох металевих тіл звичайно не відбувається їх об'єднання в єдине ціле; цьому перешкоджають нерівності на поверхні та плівки оксидів, гідридів і нитридів, що дезактивує її. Якщо активізувати поверхні заготовок і зближувати поверхневі іони до відстаней, які дорівнюють відстаням між атомами твердого металу, то відбувається зварювання, тобто нероз'ємне з'єднання заготовок міжатомними силами зв'язку. На практиці цього досягають тепловою, силовою дією або їх поєднанням.

При зварюванні плавленням відбувається тільки теплова дія - нагрівання до розплавлення кромки заготовок з утворенням єдиної рідкої металевої ванни. Її кристалізація відбувається послідовним одиничним або груповим осіданням атомів рідкої фази в кристалічних ґратах твердої фази при якому встановлюються міжатомні фази. В результаті кристалізації в зоні зварювання утворюються зерна, які належать одночасно основному металу і металу шва. В зоні зварювання встановлюється така ж атомно-кристалічна будова металу, як в основному металі, що забезпечує рівномірне з'єднання. При зварюванні

плавленням оксиди та інші домішки на поверхнях зварювання частково руйнуються при нагріванні, а частково переводяться в легкоплавкі шлаки, впливаючі на поверхню шва.

Для металів, які володіють високою пластичністю (мідь, алюміній), зварювання тиском можна проводити без нагріву (холодне зварювання). Менш пластичні сплави необхідно нагрівати до температури високопластичного стану, щоб виключити місцеві руйнування при значній пластичній деформації в процесі зварювання. Непластичні матеріали (кераміка, графіт) утворюють з'єднання в результаті дифузії при тривалому нагріванні.

Зварюємість металів. Вживання зварювання визначається зварюємістю металів заготовок. Під зварюємістю металу розуміють його здібність утворювати при зварюванні якісне зварне з'єднання, експлуатаційні властивості якого близькі до властивостей зварюваного металу.

Важливо зрозуміти, що зварювання металів і сплавів залежить від хімічного складу сплаву та способу зварювання. З'ясуйте принцип дії металів по ступеню зварювання.

Вивчіть причини обмеженого зварювання металів у вигляді дефектів, що виникають при зварюванні. Першою причиною є напруги та деформації в металі при зварюванні через нерівномірне нагрівання заготовок, які діють як на етапі кристалізації шву, так і після повного охолодження.

В процесі кристалізації зварний шов відчуває розтягування головним чином через те, що холодні зони заготовки перешкоджають усадці та скороченню розмірів остигаючого шва. Цей чинник викликає в шві утворення гарячих тріщин, коли метал шва має грубозернисту будову з підвищеним вмістом легкоплавких домішок по межах зерен. В процесі подальшого охолодження зварного з'єднання в ньому нагромаджуються напруги, які викликані спотворення форми конструкції.

У випадках коли напруги великі, а метал при зварюванні зазнав гартування (особливо часто це буває при зварюванні заготовок з

середньовуглецевих легованих сталей), в зварному з'єднанні утворюються холодні тріщини, які виникають після охолодження шва, а також протягом декількох діб після зварювання. Зверніть увагу на основні способи боротьби з холодними та гарячими тріщинами. Зварюваність може бути низькою через зниження зміцнені або зварних з'єднань в результаті укрупнення зерен в зоні шва і околосшовної зоні при високотемпературному нагріванні.

По ряду перерахованих причин зварюваність металу збільшується при зменшенні температури нагріву, тривалості його перебування при високих температурах і звуження зони нагріву. Тому при зварюванні тиском зварюваність забезпечується для більш широкого круга матеріалів, ніж при зварюванні плавленням. Вибір способів зварки проводять як по зварюваності, так і за формою, розмірам конструкції, економічним критеріям процесу.

Питання для самоперевірки

1. Приведіть класифікацію методів зварювання, висловіть їх характеристику.
2. Єство процесу зварювання, переваги і область застосування.
3. В чому полягає фізичне єство зварювання плавленням? Область застосування зварювання плавленням.
4. Єство процесу зварювання тиском. Область застосування зварювання тиском.

5.2 Технологія зварювання плавленням.

Література: [1, с. 505 - 546], [2, с. 270 - 315] [4, с. 457 - 490, 503 - 516]

Вивчіть класифікацію способів зварювання плавленням по виду джерела теплоти.

Дугове зварювання. Це один з видів зварювання плавленням, в якому джерелом тепла служить зварювальна дуга - стабільний і керований електричний розряд в газовому середовищі. Дуга здатна практично миттєво

розплавляти і перегрівати до 2000...2500⁰С невеликі ділянки металу заготовки. З'ясуйте умови збудження і стабілізації дуги, її електричні і теплові властивості, способи управління потужністю.

При зварюванні прагнуть мінімальної напруги на дузі, тому регулювання потужності проводять зміною струму зварювального джерела. Засвойте основні вимоги до джерел струму: легке запалення дуги і безпека роботи, що досягається напругою холостого ходу не більше 60 - 70 В; стабільне горіння дуги на заданому режимі; варіювання струмом; обмеження струму при короткому замиканні зварювального ланцюга. Для виконання цих вимог застосовують джерело змінного або постійного струму з напругою холостого ходу 60...70 В і падаючої вольт-амперної характеристикою регульованої кривизни.

Дугова зварювання класифікується по ступеню автоматизації і способам захисту шва від взаємодії з атмосферою.

Ручне дугове зварювання. В цьому процесі зварювальник управляє електродом, підтримуючи задану довжину дуги, проводячи подачу електроду при його плавленні і переміщення по заготовці. З'ясуйте способи захисту металу шва від атмосфери, забезпечуючі якісне зварювальне з'єднання.

При зварюванні плавким електродом наносять захисно-легуючі покриття, які при розплавленні утворюють легкі шлаки, що покривають метал шва і ванну в'язкою плівкою, яка перешкоджає окисленню. У складі покриттів містяться розкислювачі і легуючі добавки, які відновлюють оксиди в металі шва в період його контакту з рідким шлаком, легують шов з метою підвищення експлуатаційних властивостей.

Зверніть увагу на принцип вибору типа, марки і діаметра електроду для зварювання, а також допустимий режим зварювання. Струм при ручному дуговому зварюванні підводять до одного кінця електроду, а дуга горить у протилежного на відстані близько 300...400 мм. При надмірному струмі можливий перегрів верхньої частини електроду джоулевим теплом, що викликає

відшаровування захисного покриття та брак при зварюванні. Щоб не допустити перегріву електроду, його діаметр вибирають залежно від товщини зварюваного металу, а зварювального струму - по діаметру електроду. Вивчіть області застосування цього способу зварювання (матеріали, товщина, типи конструкцій). Спосіб ефективний при зварюванні коротких, переривистих швів складних траєкторій, у важкодоступних місцях, в різних просторових положеннях в умовах ремонту, в дослідному виробництві, монтажі та будівництві. При ручному зварюванні об'єм рідкого металу зварювальної ванни незначний. Недоліки способу: важка ручна праця і низька продуктивність.

Автоматичне зварювання під флюсом. З'ясуйте, як забезпечується початок процесу зварювання, підтримка його на заданому режимі, захист від атмосфери і роль зварювача. Наладку автомата при заданій товщині зварюваного металу проводить той, хто налагоджує, визначає струм, швидкість зварювання, напругу на дузі, а також швидкість подачі електродного дроту, яка дорівнює швидкості її плавлення на даному режимі.

Автомати з постійною швидкістю подачі електродного дроту засновані на саморегулюванні дуги, за рахунок чого при випадковому збільшенні довжини дуги знижується зварювальний струм і швидкість плавлення електроду встановлюється до заданого режиму. Саморегулювання дуги ефективно для великої густини струму (значний струм або малий діаметр електроду). Якість процесу автоматичного зварювання забезпечується правильним вибором марок дроту для зварювання (вони мають знижений вміст домішок, позначаються індексом "Св"), а також флюсу. Загальні вимоги до флюсу: при взаємодії з металом він повинен давати шлак з меншою, ніж у металу, густиною; не утворювати з ним проміжних з'єднань; мати велику усадку. Цим виключаються шлакові включення в шві і досягається відділення шлакової кірки від шва при охолодженні.

Розгляньте особливості технології зварювання. Автоматичне зварювання під флюсом доцільно застосовувати для однотипних вузлів, що мають протяжні

прямолінійні і кільцеві шви - для листових заготовок підвищеної товщини (більше 3 мм) з різних сталей, міді, титану, алюмінію та їх сплавів.

Дугове зварювання в захисних газах. З'ясуйте роль захисту зони дуги газом, яка заключається у відтисненні атмосфери повітря із зони горіння дуги захисними газами з одночасним виключенням їх взаємодії з металом зварювальної ванни шва.

Слід мати на увазі, що захисні гази можуть бути інертними (аргон, гелій) і активними (вуглекислий газ, азот, водень). Інертні гази не вступають в реакцію з металом електроду і зварювальної ванни, не розчиняються в ньому. Тому хімічний склад газу ідентичний складу зварюваного металу, що забезпечує найвищу якість зварних з'єднань. Важливо засвоїти, що інертні гази застосовують при зварюванні легованих сталей і сплавів на основі титану, цирконію, ніобію, алюмінію, магнію.

Для ряду сплавів якісні з'єднання одержують при зварюванні в середовищі активних газів, які можуть вступати в хімічні реакції з металом зварювальної ванни. Більшість марок конструкційних сталей зварюють в середовищі вуглекислого газу. Потрапляючи в зону високих температур дуги, він дисоціює з виділенням атомарного кисню. Для захисту від окислення застосовують зварювальний дріт з підвищеним вмістом кремнію і марганцю (1 - 2%), які здатні відновити оксид заліза; при цьому продукти реакції спливають на поверхню шва у вигляді шлаку.

Зварювання в середовищі захисних газів здійснюють плавким або неплавким електродом. В останньому випадку електрод виготовляють з вольфраму, а для захисту використовують інертні гази. Зварювання виконують вручну, на напівавтоматах і автоматах.

Стабілізація процесу зварювання плавким електродом в захисних газах забезпечується саморегулюванням дуги при постійній швидкості подачі електроду. При цьому застосовують електродний дріт малих діаметрів (1... 3

мм), підвищені значення струму і джерела з жорсткою або зростаючою характеристикою.

Електрошлакове зварювання. Розгляньте єство процесу та його відмінності від зварювання під флюсом. Для початку процесу необхідна шлакова ванна, яку одержують за допомогою зварювальної дуги. Подаючи флюс в дугу, створюють значний шар електропровідного рідкого шлаку. Після створення шару рідкого шлаку дуга занурюється в нього, подовжується і стає нестійкою. Це призводить до припинення дугового розряду і замикання зварювального ланцюга через рідкий шлак, підігрівається джоулевым теплом при проходженні через нього електричного струму. Плавлення електронного дроту, яке подається в зварювальну ванну, забезпечується теплотою шлаку, що перегрівається. Теплота витрачається на оплавлення кромки зварюваних заготовок по всій товщині. Отже, в електрошлаковому процесі джерелом теплоти є шлакова ванна. За рахунок застосування такого джерела забезпечується можливість зварювання за один прохід заготовок великої товщини, досягнення високої продуктивності. Процес зварювання можливий при вертикальному розташуванні шву; швидкість процесу зварювання 1...5 м/год., а продуктивність тим вище, чим більше товщина зварюваних заготовок.

Електрошлакове зварювання застосовують для з'єднання товстостієвих (більш 20 мм) заготовок, відливок, поковок і злитків з чавуну, сталі, мідних, нікелевих, титанових і алюмінієвих сплавів. Можливе виконання стикових (прямолінійних і кільцевих) швів, наплавов, а також таврових швів при виготовленні крупних гідроциліндрів, станин пресів і крупних вузлів устаткування важкого машинобудування.

Зварювання електронним променем. Процес відноситься до зварювання плавленням. Зварювання виконується в глибокому вакуумі, де мало іонів, що переносять електричні розряди. Тому у вакуумі дуговий електричний заряд нестійкий. Для зварювання у вакуумі з тиском $1,33 \cdot 10^{-8} \dots 1,33 \cdot 10^{-10}$ МПа як джерело теплоти використовують потік прискорених електронів. Швидкість

електронів дорівнює приблизно половині швидкості світла, що досягається високою напругою (40...150кВ) між катодом і заготовкою (анодом). Електрони, що випромінюються з катода, розганяються, концентруються в промінь і бомбардують метал, виділяючи при гальмуванні теплоту за рахунок переходу кінетичної енергії в теплову. Енергію променя можна концентрувати на вельми малій площі в глибині металу, де відбувається гальмування основного потоку електронів. Це забезпечує високу проплавляючу здатність променя, що дозволяє зварювати заготовки товщиною до 50 мм за один прохід без оброблення кромки. Одержувати шви мінімальної ширини, що виключає спотворення форми заготовок при зварюванні. Зварювання електронним променем для заготовок, розміщуваних в камері, і забезпечує найвищу якість з'єднань будь-яких металів, у тому числі тугоплавких, що легко окислюються при підвищених температурах.

Лазерне зварювання. При лазерному зварюванні джерелом теплоти для розплавлення зварюваних кромки служить вузьконаправлений монохроматичний світловий промінь, який здатний нагрівати метал і інші матеріали. Основні переваги лазерного зварювання: висока локальність плями нагріву, рівного діаметру електронного променя, але не вимагаюча вакуумного середовища. Лазерне зварювання ведуть в повітряному середовищі, а для захисту металу від окислення використовують струменеві способи газового захисту. Лазерне зварювання застосовують в промисловості для зварювання тонколистових конструкцій з різних конструкційних сплавів, у тому числі і обмежено зварюваних іншими методами.

Питання для самоперевірки

1. Розгляньте ество дугового зварювання, класифікація видів дугового зварювання.
2. Схеми ручної електричного дугового зварювання вугільним і металевим електродом.

3. Технологія ручного електричного дугового зварювання. Режими і прийоми (схема руху електродів) при ручному дуговому зварюванні?

4. Процеси дугового зварювання в захисному середовищі. Які застосовуються при цьому захисні гази?

5. Охарактеризуйте процеси електрошлакового зварювання. Область застосування даного виду зварювання.

6. В чому єство зварювання електронним променем у вакуумі? Области застосування даного виду.

7. Єство фізико-хімічних процесів, що протікають при газовому зварюванні; назвіть горючі гази, вживані при цьому виді зварювання.

8. Схема будови зварювального полум'я, його зони. Назвіть види зварювального полум'я.

9. Технологія газового зварювання (порядок підбору полум'я і потужності пальника, присадного матеріалу, попереднього нагріву зварюваних ділянок і т. д.).

10. Процес газового (кисневій) різання металів. Які при цьому протікають фізико-хімічні процеси? Яке застосовується устаткування при газовому різанні? Його пристрій і принцип дії.

11. Єство процесу різання електродуги металів. Яке при цьому застосовується устаткування, який принцип його роботи?

12. Охарактеризуйте плазмове різання металу. Области її застосування.

5.3 Термомеханічне зварювання

Література: [1, с. 556 - 569]

Вивчіть класифікацію способів зварювання по характеру термомеханічної дії на заготовки і видам енергії.

Контактне зварювання. Контактне зварювання - найпоширеніший спосіб зварювання тиском, при якому нагрівання металу проводять теплотою, що виділяється при контакті двох заготовок при протіканні через них електричного

струму. Теплота інтенсивніше виділяється в зоні зварювання, тобто місці контакту між заготовками, оскільки ця зона має найбільший електроопір. Головна вимога до нагріву - забезпечення сумісної пластичної деформації зварюваних заготовок.

З'ясуйте, чому стикове, точкове і роликове зварювання називають контактною і в чому відмінність цих процесів.

Стиковим зварюванням отримують заготовки компактних перетинів (рейки, прутки, труби). Торці заготовок нагрівають, а потім стискають для забезпечення сумісної пластичної деформації. Зварювання ведуть двома способами: опором і оплавленням.

Зварювання опором застосовують при з'єднанні невеликих заготовок з однорідних сплавів, з обробленими і обчищеними торцями і підгонкою їх за площею поперечного перетину в місці зварки.

Зварку оплавленням застосовують при з'єднанні крупних заготовок різних поперечних перетинів з будь-яких сплавів без попередньої обробки торців. Нагрів ведуть до повного оплавлення торців. При подальшому стисненні рідкий метал з оксидами і забрудненнями видавлюється із зони зварювання, а в сумісній пластичній деформації беруть участь нагріті шари зварюваних металів.

Точкове і роликове зварювання призначена для з'єднання листових заготовок. Краї заготовок, зібрані внахльостку, стискають електродами і нагрівають проходячим електричним струмом. Максимальний нагрів досягається в місцях контакту між листами заготовок. Це приводить до часткового розплавлення заготовок по товщині і утворенню литого ядра зварної крапки. Витіканню рідкого металу перешкоджає стиснення листів електродами. Тиск сприяє отриманню щільного металу в точці зварювання, не дивлячись на усадку рідкого металу при кристалізації.

Устаткування для роликового зварювання відрізняється від точкової формою електродів. Роликова зварка забезпечує отримання герметичного безперервного шва за рахунок послідовного утворення точкових з'єднань, що

перехре-щуються. з'ясуйте, чому електроди не приварюються до заготовкам і з якого матеріалу їх виготовляють. Однією з причин браку є розплавлення листів в місці зварки на всю товщину. При цьому відбувається викид зайвого металу з-під електродів. З цих позицій слід розглядати труднощі при зварці ультратонких заготовок, зв'язаних з нестабільністю якості зварки, а також спосіб їх подолання за рахунок конденсаторної зварки.

Вивчіть пристрій машин для контактного зварювання (для одностороннього та двостороннього точкового зварювання, одноточкові і багатоточкові), призначення вузлів машин і можливості механізації процесу.

Розгляньте підготовку заготовок під зварювання і їх зборку, технологічні можливості процесів і характерні області застосування (матеріали, товщина, типи конструкцій). Вибір типу машини для контактної зварки і її потужність залежать від розмірів і форми заготовок, а також від теплопроводності і електроопір матеріалу.

Зварювання тертям і газопресове зварювання. Всі способи відносять до зварювання тиском, але вони розрізняються джерелами теплоти. Треба виявити переваги способів в порівнянні з контактним стиковим зварюванням, особливості процесів і раціональні області застосування. Для зварювання тертям одна із заготовок повинна мати вісь обертання.

Позитивною стороною газопресового зварювання є більш плавний, ніж при контактному зварюванні, режим нагріву і охолодження і захист від окислення газовим полум'ям. Тому вона придатна для зварювання особливо крупних заготовок. Важливо, що при цьому не вимагається електроенергії, що дозволяє застосовувати її при ремінних і інших роботах в польових умовах.

Питання для самоперевірки

1. Фізичне єство процесів, що протікають при різних видах контактного зварювання. За рахунок чого відбувається нагрівання металу при контактному зварюванні?

2. Єство стикового зварювання опором, оплавленням? Які застосовуються при цьому машини? Яка схема їх пристрою і принцип дії? Для зварювання яких металів звичайно застосовують стикове зварювання опором? Область застосування стикового зварювання.

3. Схема точкового зварювання. В чому її єство? Які області застосування?

4. Порядок виконання технологічних операцій різних видів контактного зварювання. Які з цих операцій автоматизують?

5. Єство і область застосування зварювання зааккумуляованою енергією і дифузійного зварювання у вакуумі.

5.4 Механічне зварювання

Ультразвукове зварювання. Спосіб застосовують при зварюванні металів і пластмас. Металеві листові заготовки стискають і повідомляють одну з них поворотно-поступальне переміщення уздовж площини зварювання з ультразвуковою частотою. Зварювання здійснюється за рахунок руйнування оксидних плівок при ковзанні і сумісній деформації заготовок. Нагрів при цьому не перевищує 200...300⁰С. Спосіб придатний для тонколистових заготовок, у тому числі для зварки після остаточної зміцнюючої обробки.

Пластмаси зварюють при коливаннях інструменту, направлено перпендикулярно зварюваним поверхням. При цьому заготовки розм'якшуються за рахунок нагрівання при розсіюванні пружних коливань у поверхні контакту. Спосіб дозволяє зварювати заготовки різної товщини: плівки і листи завтовшки 5...20 мм з термопластичних матеріалів.

5.5 Пайка металів і сплавів

Література: [1, с. 582 - 588], [2, сс. 358 - 364] [4, с. 507-510]

Разом із зварюванням широко застосовують інший вид з'єднання - пайку, при якому розплавляється тільки припій, змочуючи кромки заготовок, що не розплавляються. Вивчіть сучасні механізовані способи паяння; "тверді" і "м'які"

припої; особливості конструювання паяних з'єднань і типову номенклатуру паяних конструкцій.

Питання для самоперевірки

1. Єство процесів, що протікають при паянні металів. Область застосування.

2. Які застосовують припої? Їх зразковий склад. В чому відмінність технології паяння м'якими і твердими припоями? Які флюси застосовують при цьому?

3. Єство технології різних способів паяння (газовим полум'ям, у ваннах, при індукційному нагріві). Яке при цьому застосовують устаткування і інструмент?

4. Єство ультразвукового паяння металів? Области застосування цього виду паяння.

5.6 Контроль якості зварних і паяних з'єднань

Література: [1, с. 593 - 597]

Зварювання і паяння є завершальною операцією виготовлення конструкції, визначальній її надійність. Тому застосовність зварки багато в чому залежить від достовірності контролю помилки з'єднань. Вивчіть основні методи не руйнуючого контролю помилки і принципи їх вибору для контролю зварних з'єднань і стандартні методи оцінки механічних властивостей з'єднань.

Питання для самоперевірки

1. Основні види дефектів зварних і паяних з'єднань і причини їх виникнення.

2. Чим викликаються пористість і тріщини зварного шва? Які слід вживати заходів, щоб уникати появи цих дефектів?

3. В чому полягає попередній контроль якості зварювання?

4. Якими методами проводиться контроль зварних і паяних виробів? Які види випробувань якості зварного і паяного шва?

5. Причини виникнення в зварюваних деталях напруг і деформацій.

5.7 Особливості технології зварювання різних сплавів

Література: [1, с. 593 - 597]

Розгляньте можливі труднощі і дефекти зварних з'єднань, виникаючі при зварці сталей різних класів, чавуна, сплавів міді, алюмінію, нікелю, активних металів, а також способи і умови, при яких можна отримати якісні зварні з'єднання.

Питання для самоперевірки

1. Які структурні перетворення протікають при зварюванні сталей, їх вплив на механічні властивості зварних з'єднань?

2. Які особливості дугового зварювання вуглецевих і легованих сталей?

3. Охарактеризуйте особливості зварювання високолегованих сталей.

4. В чому трудність зварювання чавуну? Методи холодної і гарячого зварювання чавуна.

5. В чому особливість зварювання алюмінієвих і мідних сплавів?

6. Особливості зварювання титана і його сплавів.

Розділ VI ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН

6.1 Основи технології обробки заготовок деталей машин

Література: [1, с. 600 - 606], [2, с. 384 - 425] [4, с. 523 - 535, 520 - 523]

Ознайомтеся з умовною класифікацією технологічних методів обробки заготовок деталей машин, які найбільш широко застосовуються в промисловості.

При вивченні технологічних методів обробки звернете увагу на фізичне ество, якість оброблюваних поверхонь, перспективи вдосконалення і розвитку.

Методи формоутворення поверхонь деталей машин різанням з використанням лезвійного інструменту

Література: [1, с. 626 - 665], [2, с. 446 - 470] [4, с. 536 - 559]

Обробка заготовок на верстатах токарної групи. Ознайомтеся з особливостями методу точіння. Зверніть увагу, що на верстатах токарної групи обробляють поверхні заготовок, що мають форму тіл обертання.

Вивчіть види і конструкції інструментів і пристосувань для закріплення заготовок, вживаних на токарних верстатах, і їх призначення.

Ознайомтеся з типами верстатів. Вивчіть назви і призначення вузлів токарно-гвинторізного верстата. Особливу увагу надасте обробці заготовок на токарно-гвинторізних верстатах як самих універсальних і широко поширених.

Токарно-револьверні верстати призначені для обробки партій деталей складної форми, вимагаючих застосування великого числа ріжучих інструментів. Верстати заздалегідь настроюються на обробку певної деталі; є забезпечений пристроями для автоматичного отримання розмірів поверхонь заготовки. В процесі обробки інструменти вводять в роботу послідовно (один за іншим) або паралельно (одночасно дещо). Паралельна робота інструментів - багатоінструментальна обробка - скорочує основний час обробки. Попередня наладка верстата скорочує допоміжний час. І те і інше підвищує продуктивність.

На токарно-карусельних верстатах обробляють важкі заготовки великих розмірів, у яких відношення довжини (висоти) до діаметра складає 0,3... 0,5. Це ротори водяних і газових турбін, зубчаті колеса, маховики. Особливість верстатів - наявність круглого горизонтального столу-каруселі з вертикальною віссю обертання. Карусельні верстати за рахунок наявності декількох супортів і револьверної головки володіють значними технологічними можливостями.

Багаторіцеві напівавтомати призначені для обробки тільки зовнішніх поверхонь деталей типу східчастих валів. Залежно від технологічного призначення одночасно обробляються декілька поверхонь різними різцями, встановленими на нижньому супорті, що має тільки подовжню подачу, і на верхньому супорті, що має тільки поперечну подачу.

При вивченні автоматів і напівавтоматів звернете увагу на їх високу продуктивність при виготовленні великих партій деталей.

Розгляньте схеми роботи токарних автоматів і напівавтоматів паралельної, послідовної і роторної обробки, їх області застосування і технологічні можливості. Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій обробних деталей.

Обробка заготовок на верстатах сверління. Ознайомтеся з характерними особливостями методу сверління. Верстати призначені для обробки поверхонь різними ріжучими інструментами (сверлами, зенкерами, розгортками, мітчиками).

Вивчіть вживаний ріжучий інструмент, пристосування для закріплення заготовок і інструментів, їх призначення і можливості. Запам'ятайте класифікацію цих верстатів. З'ясуйте назву і призначення вузлів вертикально- і радіально-сверлільних верстатів, зверніть увагу, що на останньому обробляють отвори, розташовані на значній відстані один від одного в крупногабаритних заготовках великої маси. Вивчіть роботи, виконувані на свердлувальних верстатах.

Використовування агрегатних верстатів дозволяє вести обробку заготовок одночасно декількома інструментами. Агрегатні верстати виготовляють із стандартних і нормалізованих деталей і вузлів (агрегатів). Агрегатні верстати широко використовують при створенні автоматичних ліній. Вони забезпечують високу продуктивність, стабільну точність обробки і допускають багатократне використання деталей і вузлів при перекомпоновуванні верстата на випуск

нового виробу. Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій обробних деталей.

Обробка заготовок на розточувальних верстатах. Ознайомтеся з особливостями методу розточування. Вивчіть ріжучий інструмент і пристосування для обробки заготовок на розточувальних верстатах; назва і призначення вузлів горизонтально-розточувального верстата, на базі якого виконують конструкції інших універсальних і спеціальних розточувальних верстатів. Вони призначені для обробки, як правило, корпусних деталей.

Найпоширеніший вид обробки на розточувальних верстатах - розточування отворів. На них обробляють також зовнішні поверхні торців, внутрішні канавки, уступи і при використуванні спеціальних пристосувань - конічні, фасони поверхні і виконують нарізування різьблення різцями.

Зверніть увагу на конструктивні особливості і технологічні можливості алмазно- і координатно-розточувальних верстатів. На алмазно-розточувальних верстатах обробляють з високою продуктивністю і точністю внутрішні циліндрові і торці поверхні твердосплавними, минералокерамічними і алмазними різцями. На координатно-розточувальних верстатах обробляють з високою точністю отвору, забезпечуючи високу точність розташування їх осей. На базі горизонтально- і координатно-розточувальних верстатів створюють розточувальні верстати з ЧПУ. Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій оброблюваних деталей.

Обробка заготовок на фрезерних верстатах. Ознайомтеся з особливостями методу фрезерування. Фрезеруванням обробляють горизонтальні, вертикальні, похилі і фасони площини, уступи і пази різного профілю. Обробку ведуть багатолезовими ріжучими інструментами - фрезами, номенклатура яких дуже велика і залежить від технологічного призначення.

Вивчіть методи і типи фрезерних верстатів, елементи і геометрію циліндру і торцю фрез; пристосування для обробки заготовок. Ділильні головки, що використовуються на фрезерних верстатах, служать для розподілу

заготовок на частини при фрезеруванні пазів, зубів, а також для безперервного їх обертання при фрезеруванні гвинтових поверхонь.

Подовжньо-фрезерні верстати - це багатощпіндельні верстати, а заготовки мають тільки подовжню подачу. Верстати призначені для обробки заготовок великої маси і розмірів фрезами торців і кінцевих. При обробці на подовжньо-фрезерних верстатах з ЧПУ схема обробки програмується і обробка проводиться автоматично.

Обробку великих партій заготовок по методу безперервного фрезерування ведуть на карусельно- і барабанно-фрезерних верстатах. На карусельно-фрезерних верстатах заготовки встановлюють в пристосуваннях на круглому столі (каруселі), що безперервно обертається, з вертикальною віссю. Особливість барабанно-фрезерних верстатів - наявність барабана з горизонтальною віссю обертання, на гранях якого в пристосуваннях встановлюють заготовки.

Вивчаючи обробку поверхонь фасонів складного профілю на копіювально-фрезерних верстатах, з'ясуйте, що траєкторія відносного руху кінцевої фрези і заготовки є результируючою швидкістю двох рухів і більш.

Фрезерування об'ємних поверхонь фасонів найбільш успішно виконують на фрезерних верстатах з ЧПУ, де інформація про троекторію інструменту записана на програмоносії (наприклад, перфострічці).

Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій обробних деталей.

Обробка заготовок на протяжних верстатах. Ознайомтеся з особливостями методу простягання. Вивчіть типи протяжних верстатів і види протяжок. Протягиваніє-високопродуктивний метод обробки отворів різної форми, пазів і зовнішніх поверхонь з високою точністю. У формоутворенні поверхні при простяганні бере участь тільки один рух – головне. Функції подачі закладені в конструкцію протяжки. Вивчіть конструкцію ріжучого інструменту на прикладі круглої протяжки. Зверніть увагу на високу продуктивність

безперервного простягання. Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій оброблюваних деталей.

Обробка заготовок на зубообробних верстатах. На цих верстатах виконують обробку поверхонь фасонів різного профілю, рівномірно розташованих по колу, але в основному обробляють поверхні фасонів евольвентного профілю, що використовується для профілізації бічних поверхонь зубів зубчатих колес.

Вивчіть єство отримання профілів фасонів, рівномірно розташованих по колу: копіювання (утворення профілю фасоном інструментом) і обкатку (обгинання) - утворення профілю зубів як огинаючій послідовних положень ріжучих кромки інструменту щодо заготовки.

Для нарізування зубчатих колес по методу обкатки застосовують черв'ячні модульні фрези, зуборізні долбяки і зубострогальні різці. Черв'ячна модульна фреза є гвинтом з прорізаючими перпендикулярно виткам канавками. Зуборізний долб'як є зубчатим колесом, зуби якого мають евольвентний профіль із заднім і переднім кутами заточування. Зубострогальний різець має призматичну форму з відповідними кутами заточування і прямолінійною ріжучою кромкою.

Зуборізні верстати, що працюють по методу обкатки, ділять на типи в залежності від технологічного методу обробки (зубофрезерні, зубодолбежні, зубострогальні). Зубофрезерні верстати призначені для нарізування циліндрових прямозубих, косозубих і черв'ячних колес черв'ячною модульною фрезою по методу обкатки. Заготовці і фрези повідомляють рухи, відповідні тому, що зачіпляє черв'ячної передачі. Бічна поверхня зуба утворюється в результаті злягодженого і безперервного обертання заготовки і фрези. Форма зуба по ширині циліндрового колеса утворюється рухом фрези уздовж осі заготовки, а при нарізуванні черв'ячного колеса — рухом заготовки в радіальному напрямі. При нарізуванні циліндрового косозубого колеса для отримання винтового зуба заготовка одержує додаткове обертання.

На зубодолбежних верстатах нарізують циліндрові зубчаті колеса зовнішнього і внутрішнього зачіпляє з прямими і косими зубами. Зубодолблення є одним з основних способів нарізування зубчатих колес внутрішнього зачіпляє і багатобічних коліс (блоків). Нарізування зубчатих коліс проводять долбляками по методу обкатки, в основу якого встановлено той, що зачіпляє двох циліндрових зубчатих коліс. Підвищенню продуктивності зубооброблювальних верстатів сприяє їх автоматизація. Ознайомтеся з технологічними вимогами до конструкцій зубчатих коліс.

Питання для самоперевірки

1. Класифікацію верстатів токарної групи. Назвіть найпоширеніші типи токарних верстатів, їх моделі.
2. Пристрій токарно-гвинторізного верстата і призначення його основних частин (станіни, передньої бабці, супорта, задньої бабці, механізму подачі).
3. Схема пристрою і роботи токарних автоматів і напівавтоматів.
4. Основні типи і види токарних різців, для яких видів токарних робіт їх застосовують?
5. Порядок виконання робіт на токарному верстаті при нарезанні різблення. Які при цьому застосовують різці?
6. Порядок вибору режиму різання при токарній обробці.
7. Основні елементи режиму різання при сверлінні, їх розмірності. Напрями головного руху, подачі при сверлінні отвору.
8. Які типи ріжучих інструментів застосовуються при сверлільно-розточувальних роботах і обробці отворів?
9. Класифікацію сверлільних верстатів. Охарактеризуйте схему пристрою і принцип роботи цих верстата.
10. Види робіт, виконуваних на розточувальних верстатах.
11. Види фрезерування, ніж вони відрізняються і в яких випадках (для обробки яких матеріалів) їх застосовують?

12. Поняття швидкості, подачі, глибини різання при фрезеруванні. Які розмірності цих елементів режиму різання?

13. Основні типи інструментів при фрезеруванні і їх призначення. З якого матеріалу їх виготовляють?

14. Пристрій і принцип роботи вертикально-фрезерних верстатів. Назвіть області застосування цих верстатів.

15. Види фрезерних робіт, вживані при цьому пристосування і інструмент. Порядок вибору режиму різання.

16. Основні методи нарезання зубчатих коліс. В чому їх єство? Зобразіть їх схеми.

6.2 Технологічні методи формоутворення поверхонь деталей машин з використанням абразивного інструменту

Література: [1, с. 676 - 688] [2, с. 545-582]

Обробка заготовок на шліфувальних верстатах. Ознайомтеся з характерними особливостями методу шліфування. Шліфування - один з поширених методів остаточної обробки заготовок абразивними інструментами. Вивчіть характеристику шліфувальних кругів. Зверніть увагу на знос і правку інструментів. Шліфування доцільно застосовувати для отримання високої точності і якості поверхні, а також для обробки високотвердих матеріалів.

Зверніть увагу на широку універсальність кругло- і плоско-шліфувальних верстатів. Вивчаючи внутрішньошліфувальні верстати, розгляньте формоутворення внутрішніх циліндрових поверхонь в нерухомій і в тій, що обертається заготовках. Перший спосіб застосовують при шліфуванні отворів в крупних заготовках складної форми.

Бесцентрово-шліфувальні верстати застосовують для обробки великої партії однакових деталей. Заготовки обробляють в незакріпленому стані і для них не вимагається центрових отворів. Заготовки східчастої форми або з поверхнями фасонів шліфують з поперечною подачею.

Бесцентрово-шліфувальні верстати легко автоматизувати. Вивчіть єство стрічкового шліфування. Ознайомтеся з технологічними вимоги до конструкцій оброблюваних деталей.

Методи обробної обробки поверхонь. Ознайомтеся з характерними особливостями методу обробки поверхонь. Обробні методи застосовують для остаточної обробки підвищення точності і зменшення шорсткості поверхонь, підвищення надійності роботи деталей машин. Обробні методи обробки поверхонь (притирання, полірування, обробка абразивними стрічками, абразивно-рідинна обробка, хонінгування, суперфінішування) засновані на застосуванні дрібнозернистих абразивних порошоків і паст, а також спеціальних інструментів.

Особливість кінематики процесу обробних методів обробки -складний відносний рух інструменту і заготовки, при якому траєкторії руху абразивних зерен не повторюються.

Методи обробки зубів зубчатих коліс підвищують експлуатаційні якості зубчатих передач (плавність роботи, втомну міцність, безшумність).

При обробних методах обробки зубів зубчатих коліс шевингуванням, шліфуванням і хонінгуванням бічні поверхні зубів профілюються методами обкатки або копіювання. Шевінгованіє застосовують для остаточної обробки сирих (незагартованих) зубчатих коліс, а шліфування і хонінгування – загартованих.

Питання для самоперевірки

1. Основні види шліфування застосовують при обробці металів?
2. Якими елементами режиму різання характеризуються різні види шліфування, їх розмірності?
3. Класифікація шліфувальних кругів по різних ознаках. Який порядок вибору зернистості і твердості зв'язки шліфувального круга?

4. Які круги застосовують для шліфування м'яких і твердих металів і чому?

5. Пристрій і роботу плоскошліфувального верстата. Область застосування цих верстатів і види робіт, виконуваних на плоскошліфувальних верстатах.

7. Пристрій круглошлифувального верстата. Як кріпиться оброблювана деталь? Які види робіт виконують на круглошлифувальних верстатах?

8. Охарактеризуйте основні види шліфувальних робіт і вживані при цьому інструменти, пристосування і верстати. Розгляньте порядок обробки кінцевих поверхонь.

9. Методи обробної обробки циліндрових і плоских поверхонь, приведіть їх характеристику.

Розділ VII НЕМЕТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ

7.1 Загальна характеристика виробництва

Література: [1, с. 730 - 733], [2, с. 626 - 651] [4, с. 661- 682]

Неметалічні матеріали можуть бути не тільки більш дешевими заміниками металів. Часто вони поєднують в собі властивості, що роблять їх самостійними, незамінними матеріалами в конструкції машин і приладів.

Розглядаючи основні види неметалічних матеріалів: пластмаси, гуми і інші - чітко представте комплекс їх характерних властивостей. В сучасному виробництві частіше застосовують деталі, виготовлені з двох і більш хімічно різнорідних матеріалів. В цьому випадку можна отримати властивості, недсяжні при отриманні деталей з якого-небудь одного матеріала. Порошкові і композиційні матеріали володіють поєднанням властивостей, залежних не тільки від складу, але і від будови і взаєморозположення компонентів.

Процеси виготовлення деталей з неметалічних матеріалів нерозривний є пов'язаний з процесами отримання самих матеріалів. Ці процеси визначають

технологічні вимоги до конструкцій деталей, що виготовляються з неметалевих, порошкових і композиційних матеріалів. Тому при вивченні технологічності конструкцій деталей необхідно розглянути технологічні процеси формоутворення, звертаючи увагу на області їх раціонального застосування.

7.2 Технологія виготовлення виробів з пластмас

Література: [1, с. 734 - 746]

Пригадайте основні фізико-хімічні властивості пластмас, які є складні композиції високомолекулярних з'єднань. В залежності від цих властивостей і поведінки при підвищених температурах пласт-маси ділять на термопластичні і термореактивні, причому технологічні методи виготовлення виробів з них істотно розрізняються. Всі методи переробки пластмас рекомендується розглядати по чотирьох основних групах:

- переробка у вязкотекучому стані (пресування, литво під тиском, видавлюванням);
- переробка у високоеластичному стані (пневмо- і вакуумформовкою, формуванням жорсткими і еластичними пуансонами);
- переробка в твердому стані (розділовим штампуванням, обробкою різанням);
- отримання нероз'ємних з'єднань (зваркою, склеюванням).

Вивчаючи способи отримання виробів з полімерних матеріалів відповідно з класифікацією, зверніть увагу на принципові схеми процесів, види матеріалів, що переробляються, технологічні можливості і області їх застосування. Характерні технологічні вимоги, що вимагаються до конструкції пластмасових деталей: необхідність установки ребер жорсткості і призначення ухилів, неприпустимість значної різностінності і гострих кутів в місцях сполучень.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація способів виготовлення заготовок і деталей з пластмас, стисло охарактеризуйте схеми цих способів.
2. Єство технології виготовлення виробів з пластмас методом гарячого пресування, назвіть різновиди цього методу, що використовується інструмент і устаткування.
3. Характеристика виготовлення виробів з пластмас методом литва, назвіть різновиди цього методу, вживані інструмент і устаткування.
4. Єство способу виготовлення заготовок з пластмас методом екструзії? Види одержуваних заготовок цим методом.
5. Технологія виготовлення пластмасових деталей з листових матеріалів методом формування, назвіть різновиди цього методу, вживані інструмент і устаткування.
6. Схема процесу отримання пластмасових деталей з листових матеріалів штампуванням; вживаний інструмент.
7. Характеристику зварювання пластмас. Різновиди зварювання пластмас і їх схеми.
8. Особливості обробки пластмас різанням. Які області застосування цього виду обробки пластмас?
9. Области застосування заготовок і деталей з пластмас? В чому ефективність заміни металевих деталей пластмасовими?

7.3 Технологія виготовлення виробів з гуми

Література: [1, с. 773 - 776]

Найважливішою властивістю гуми - продукту хімічної реакції натуральних і синтетичної каучуков - є висока еластичність; залежно від неї розрізняють м'які і тверді гуми.

Технологічні процеси виготовлення гумових виробів складаються з трьох основних етапів: приготування гумової суміші, формування і вулканізації.

Висхідні матеріали при приготуванні суміші: каучук, вулканізуючі речовини, наповнювачі, фарбники. Гумова суміш переробляється у вироби тим, що каландрує, безперервним видавлюванням, пресуванням, литтям під тиском. При вивченні способів отримання виробів фасонів з гуми звернете увагу на схожість цих способів із способами переробки пластмас і на технологічні можливості кожного способу.

Питання для самоперевірки

1. Области застосування виробів з гуми в сучасній техніці.
2. Склад гумової суміші, призначення кожного з компонентів.
3. Схема процесу отримання гумових виробів пресуванням; назвіть різновиди даного способу. Які області застосування одержуваних виробів.
4. З яких технологічних операцій складається процес виготовлення гумових виробів литтям під тиском? Схема процесу, вживане устаткування.
5. В яких випадках і для виготовлення яких виробів застосовують метод екструзії? Схема процесу.
6. Технологія отримання різних видів резино-тканинних виробів. Назвіть області застосування цих виробів.

7.4 Технологія виготовлення виробів методами порошкової металургії і з композиційних матеріалів

Розглядаючи порошкову металургію як технологічний метод, треба відзначити його основну особливість - застосування початкової сировини у вигляді порошків. Основні етапи цього методу: отримання і підготовка порошків, формоутворення виробу пресуванням, термічна обробка або спікання спресованих виробів. При цьому технологічний процес на кожному етапі формує певні властивості одержуваних виробів, так, наприклад, на першому етапі - текучість, пресуємість, спікання і вплив на них різних чинників.

Основні способи формоутворення виробів з порошків - прокатування і пресування, що має ряд різновидів. Зверніть увагу на позитивні і негативні

сторони способів пресування, оскільки від цього залежать особливості конструкції деталей.

Завершальна операція - спікання виробів - проводиться для отримання необхідної міцності виробів. Технологія порошкової металургії дозволяє одержувати деталі з унікальними властивостями: твердістю і зносостійкістю, спеціальними електричними і електромагнітними властивостями, з низькими або високими коефіцієнтами тертя, високою пористістю. Такий же широкий діапазон властивостей можна отримати в деталях з композиційних матеріалів, варіюючи матеріалом матриці і армуючих елементів, їх геометрією, структурою і розташуванням.

Ураховуючи, що процеси отримання композиційних матеріалів і формоутворення деталей частіше відбуваються одночасно, дуже важливо при конструюванні деталей з волоконних композиційних матеріалів правильно розташувати армуючі волокна по відношенню до напрямку дії максимальних навантажень. Вивчаючи основні види композиційних матеріалів і технологію отримання виробів з них, зверніть увагу на область раціонального застосування кожного вигляду, визначувану фізико-механічними властивостями.

Контрольна робота

Кожний студент заочної форми навчання виконує по одній контрольній роботі за семестр. Контрольна робота виконується на листах формату А4 з вказівкою: номери залікової книжки, групи, прізвища, імені і по батькові, назви дисципліни, по якій виконана контрольна робота і номери варіанту.

Перед кожною відповіддю необхідно обов'язково повністю переписати весь текст питання по контрольній роботі. Відповідь повинна бути повною і точною за змістом.

В кінці виконаного завдання необхідно привести список літератури, що використовується, підписати роботу і вказати дату її виконання.

Робота не відповідає варіанту, виконана без дотримання приведених вище вказівок і написана нерозбірливо не перевіряється.

ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Варіант № 1

1. Приведіть коротку характеристику сучасного металургійного виробництва. Опишіть його структуру, основні види продукції і перспективи розвитку.

2. Приведіть схему, опишіть фізичне єство, призначення і область застосування ультразвукової обробки.

3. Перерахуйте основні ливарні властивості сплавів. Приведіть характеристику жидкотекучісті сплавів, вкажіть чинники, що впливають на жидкотекучість.

4. Вибрати електроди для зварки сталі марки 15X25T наступного хімічного складу (%): С 0,15; Si 1; Mn 0,8; Cr 24÷27, щоб після зварки структура металу шва містила 40% фериту, якщо $\gamma = 0,3$.

5. Будова, властивості і класифікація пластмас.

Варіант № 2

1. Приведіть схему профілю доменної печі і опишіть принцип її роботи. Висловіть основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються в доменній печі, і вкажіть призначення основного продукту доменної плавки.

2. По ескізу деталі (рис. 1) розробіть ескізи елементів ливарної форми, модельних плит, стрижньового ящика і зібраної литникової форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми одним з методів машинного формування. Матеріал деталі - сталь 35 Л.

3. Перерахуйте основні ливарні властивості сплавів. Приведіть характеристику усадки сплавів. Вкажіть, які дефекти у відливках пов'язані з усадкою сплавів і міри їх попередження.

4. Розрахувати режим електрошлакової зварки деталей завтовшки $s = 600$ мм, якщо відомо, що $a_n = 30$ г/(А·г), $\gamma = 7,8$ г/см³, і зварка проводиться з поперечними коливаннями електродів.

5. Способи отримання виробів з різних пластмас.

Варіант № 3

1. Висловіть єство процесу переділу чавуна в сталь. Приведіть основні хімічні реакції, що характеризують процес переділу. Перерахуйте сучасні плавильні печі і агрегати, в яких одержують сталь.

2. По ескізу деталі (рис. 2) розробіть ескізи: елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення ливарної форми методом ручного формування. Матеріал деталі - чавун СЧ20.

3. Вкажіть причини виникнення тріщин у відливках. Перерахуйте види тріщин. Заходи їх попередження і викривлення відливок.

4. Визначте ефективну теплову потужність дуги, якщо зварка проводиться товстопокритими електродами $U_{св} = 28$ В, $I_{св} = 240$ А і $\eta = 0,7$.

5. Способи отримання металевих порошків.

Варіант № 4

1. Приведіть схему кисневого конвертера і опишіть принцип його роботи. Опишіть особливості процесу плавки сталі, вкажіть основні переваги і недоліки виплавки сталі в конвертерах.

2. Опишіть єство процесів пружної і пластичної деформації з погляду кристалічної будови металів. Приведіть визначення пластичності і висловіть вплив на неї хімічного складу, структури, температури нагріву, швидкостей і ступенів деформації.

3. Опишіть технологічну послідовність виготовлення відливок по моделях, що виплавляються. Відзначте, які технологічні особливості процесу забезпечують високу точність розмірів і високий клас шерохватості поверхонь відливок.

4. Визначити кількість розплавленого металу, якщо зварка проводиться електродами УОНИ-13/45 при силі струму $I_{св} = 160$ А, часу зварки $t = 0,32$ г і $a_3 = 8,5$ г/(А·г).

5. Склад і властивості гуми.

Варіант № 5

1. Опишіть способи позапічної обробки сталі для підвищення її якості. Відзначте чинники, сприяючі поліпшенню якості сталі в кожному способі.

2. По ескізу деталі (рис. 4) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі - СЧ20.

3. Опишіть єство способу лиття в оболочкові форми і приведіть пояснюючі ескізи. Вкажіть переваги, недоліки і області застосування цього способу лиття.

4. Визначити коефіцієнт наплавлення a_n , якщо відомі коефіцієнти плавлення $a_3 = 14$ г/(А·ч) і втрат $\psi = 20\%$.

5. Сварювання і склеювання пластмас.

Варіант № 6

1. Опишіть способи повторної переплавки зливків, що підвищує їх якість. Відзначте чинники, сприяючі підвищенню якості зливків в кожному способі.

2. Приведіть схему, опишіть призначення і області застосування обробних методів обробки зубчатих коліс зубошлифуванням і зубопритиркою.

3. Опишіть єство лиття в кокілі, приведіть ескізи, що пояснюють конструкцію кокілів. Відзначте технологічні особливості цього способу лиття, переваги, недоліки і області його застосування.

4. Визначте необхідну масу електродів марки УОНИ-13/45 для зварки одностороннього шва перетином $F = 60$ мм² при довжині шва 10 м.

5. Характеристика металокерамічних матеріалів і виробів з них.

Варіант № 7

1. Приведіть характеристику властивостей титана і вкажіть області його застосування. Опишіть послідовність технологічного процесу виробництва титана з ільменітових руд магнієтермічним способом.

2. По ескізу деталі (рис. 5) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі - чавун СЧ20.

3. Опишіть принципи конструювання технологічних литих деталей з урахуванням ливарних властивостей сплавів.

4. Визначити необхідну масу електродів марки ЕА-395/9 (кг) для зварки 30 м шва перетином $F = 90 \text{ мм}^2$.

5. Пористі пластмаси. Опишіть способи їх виготовлення, властивості і застосування.

Варіант № 8

1. Приведіть характеристику властивостей міді і вкажіть області її використання. Опишіть послідовність технологічного процесу виробництва міді пірометалургічним способом.

2. По ескізу деталі (рис. 6) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі - сталь 45 Л.

3. Опишіть питання механізації і автоматизації виготовлення ливарних форм. Приведіть схему автоматичної формувальної лінії і опишіть її роботу.

4. Визначити хімічний склад потрібного електродного металу для зварки сталі марки Х25Т, нехтуючи ΔR і приймаючи $\gamma = 0,3$. Хімічний склад основного металу і металу шва:

| Масова частка % | C | Si | Mn | Cr | Ni | Ti |
|--------------------|------|------|------|------|-----|------|
| В основному металі | 0,15 | 1 | 0,8 | 25,5 | - | 0,8 |
| » металі шва | 0,12 | 0,69 | 1,08 | 25,6 | 8,8 | 0,24 |

5. Описати термо- і реактопласти. В чому їх відмінність по структурі і властивостям?

Варіант № 9

1. Приведіть характеристику властивостей алюмінію і вкажіть області його застосування. Опишіть послідовність технологічного процесу виробництва глинозему і електролітичного отримання алюмінію.

2. Опишіть єство процесів пружної і пластичної деформації з погляду кристалічної будови металів. Приведіть визначення пластичності і висловіть вплив на неї хімічного складу, структури, температури нагріву, швидкостей і ступенів деформації.

3. Опишіть мікроструктуру і властивості відливок з високоміцного чавуна. Наведіть приклади маркіровки високоміцного чавуна. Висловіть технологічні особливості отримання відливок з високоміцного чавуна і вкажіть області їх застосування.

4. Визначити, чи потрібен підігрів при зварці встик двох деталей завтовшки 10 мм із сталі марки 35ХМ наступного хімічного складу (%): С = 0,35; Мп = 0,55; Сr = 0,9; Мо = 0,2.

5. Описати металокерамічні сплави високої пористості. Вказати їх властивості і область застосування в машинобудуванні.

Варіант № 10

1. Приведіть характеристику властивостей магнію і вкажіть області його використання. Опишіть послідовність технологічного процесу виробництва магнію з карналіта.

2. Перерахувати всі операції технологічного процесу отримання поковки, виконувані в ковальському цеху; описати механізацію технологічного процесу штампування.

3. Опишіть мікроструктуру і властивості відливок з ковкого чавуна. Наведіть приклади маркіровки ковкого чавуна. Опишіть технологічні особливості отримання відливок з ковкого чавуна і вкажіть області їх застосування.

4. Вибрати електроди для зварки сталі марки 15Х25Т наступного хімічного складу (%): С = 0,31; Si = 1,0; Мп = 0,9; Сr = 1,0, щоб після зварки структура металу шва виходила мартенситною, якщо $\gamma = 0,35$.

5. Магнітна неметалічна кераміка. Вказати склад, властивості, методи отримання і області застосування.

Варіант № 11

1. Опишіть явища, що відбуваються в металі при нагріві. Висловіть поняття температурного інтервалу обробки металів тиском і принцип його визначення по діаграмі стану залізо-вуглець. Визначити по діаграма температурний інтервал обробки сталі із змістом вуглецю 0,5%.

2. Описати єство гарячого об'ємного штампування і вказати області її застосування; привести схему молота і описати його роботу; встановити температурний інтервал штампування і спосіб нагріву заготовки; скласти креслення поковки і визначити її масу; з урахуванням технологічних відходів визначити об'єм, масу і довжину початкової заготовки; вибрати переходи штампування і привести ескіз інструменту.

3. Описати устаткування і технологію отримання відливок по моделях, що виплавляються. Переваги і недоліки.

4. Розрахувати режим електрошлакової зварки деталей завтовшки $s = 180$ мм, якщо відомо, що $a_n = 28$ г/(А·ч), $\gamma = 7,8$ г/см³.

5. Описати класифікацію технологічної (неметалічної) кераміки по складу і вказати області її застосування.

Варіант № 12

1. Опишіть єство процесів пружної і пластичної деформації з погляду кристалічної будови металів. Приведіть визначення пластичності і висловіть

вплив на неї хімічного складу, структури, температури нагріву, швидкостей і ступенів деформації.

2. Зобразіть схему і опишіть ество процесу ручної зварки електродуги товстопокритими електродами. Вкажіть призначення покриття.

3. Приведіть схеми, опишіть призначення і область застосування окремих методів обробки – протирання і полірування.

4. По ескізу деталі (рис. 7) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми. Матеріал деталі — 35Л.

5. Склад і властивості гуми.

Варіант № 13

1. Опишіть технологію виробництва основних видів прокату. При цьому вкажіть заготовки, що використовуються, приведіть схеми отримання профілів, приведіть характеристику устаткування, що використовується.

2. Опишіть явище наклепа і рекристалізації.

3. Розрахувати режим автоматичної зварки під флюсом стикового з'єднання, якщо товщина листів $s = 10$ мм, зварка проводиться без зазора на вазі при $h = 0,6s$. Струм постійний зворотній полярності; $d_{\text{эл}} = 4$ мм. Флюс АН-348А.

4. Перерахуйте основні ливарні властивості сплавів. Приведіть характеристику усадки сплавів. Які дефекти у відливках пов'язані з усадкою сплавів і міри їх попередження.

5. Теплостійкі і жароміцні пластмаси.

Варіант № 14

1. Опишіть явища, що відбуваються в металі при холодному деформуванні, і вкажіть ество процесу зміцнення.

2. Опишіть ество процесу гарячого об'ємного штампування і вкажіть області її застосування; приведіть схему устаткування і опишіть його роботу; перерахувати всі операції технологічного процесу отримання поковки, виконувані в ковальському цеху.

3. Описати устаткування і технологію отримання оболочкових форм і виготовлення в них відливок. Переваги і недоліки цього способу лиття.

4. Визначити необхідну масу електродів марки ЕА-395/9 (кг) для зварки 30 м шва перетином $F = 90$ мм².

5. Способи отримання металевих порошків.

Варіант № 15

1. Висловіть ество процесу волочіння і вкажіть області його використання. Зобразіть схему процесу. Опишіть типи волочильних верстатів. Вкажіть умови, необхідні для успішного ведення процесу.

2. Пристрій кисневого конвертора з верхнім дуттям.

3. Визначити ефективну теплову потужність дуги, якщо зварка проводиться електродами з тонким покриттям при $I_{\text{св}} = 180$ А $U_{\text{св}} = 24$ В, $\eta = 0,6$.

4. Описати модельно – опочний комплекс і призначення його кожного предмету.

5. Технологія отримання труб з термопластів, вживане устаткування і інструмент.

Варіант № 16

1. Висловіть єство процесу пресування і вкажіть області його використання. Вкажіть устаткування, вживане при пресуванні. Зобразіть схеми прямого пресування і пресування труб з вказівкою елементів комплексу інструменту.

2. Виплавка легованої сталі в мартенівських печах.

3. Єство лиття в кокіль. Приведіть ескізи, пояснюючу конструкцію кокілю. Переваги і недоліки цього способу лиття, області застосування.

4. Обробка пластмас різанням.

5. Визначити силу струму, що протікає по зварювальному ланцюгу, якщо ефективна теплова потужність дуги рівна 9400 Дж/с, $U_{св} = 30$ В, $\eta = 0,9$.

Варіант № 17

1. Опишіть явища, що відбуваються в металі при гарячій деформації

і єство процесу рекристалізації. Вкажіть зміни в структурі і властивостях металу в результаті цього процесу.

2. Визначити ефективну теплову потужність дуги при зварюванні неплавким електродом в середовищі аргону, якщо потужність дуги $Q = 16000$ Дж/с, а $\eta = 0,5$.

3. Характеристика флюсів, їх склад і призначення в металургії.

4. Спеціальні види лиття по моделях, що виплавляються.

5. Пластмаси. Склад і будова.

Варіант № 18

1. Опишіть явища, що відбуваються в металі при нагріві. Висловіть поняття температурного інтервалу обробки металів тиском і принцип його визначення по діаграмі стану сплаву залізо — вуглець. Орієнтовно визначите по діаграмі температурний інтервал обробки сталі із змістом вуглецю 0,5 %.

2. По ескізу деталі (рис. 3) розробіть ескізи: елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення ливарної форми методом машинного формування. Матеріал деталі - чавун СЧ20.

3. Приведіть схему, опишіть фізичне єство, призначення і область застосування ультразвукової обробки.

4. Процес горіння коксу і утворення чавуна і шлаку в доменній печі.

5. Визначити ефективну теплову потужність дуги, якщо зварювання проводиться електродами з тонким покриттям при $I_{св} = 180$ А, $U_{св} = 24$ В $\eta = 0,6$.

Варіант № 19

1. Виберіть устаткування і опишіть технологію виплавки міді. Сучасні способи рафінування міді. Вкажіть марки міді, що виплавляється. Їх властивості і області застосування.

2. Перерахуйте основні ливарні властивості сплавів. Приведіть характеристику жидкотекучести сплавів, вкажіть чинники, що впливають на жидкотекучість.

3. Визначити погонну енергію q_p , якщо відомо, що площа перетину валу рівна $F = 70 \text{ мм}^2$.

4. опишіть устаткування і технологію волочіння.

5. Виберіть спосіб виготовлення, устаткування і інструмент для отримання труб з термопластів.

Варіант № 20

1. Виберіть устаткування і опишіть технологію отримання алюмінію. Способи рафінування алюмінію. Вкажіть марки алюмінію, що виплавляється, їх властивості і області застосування.

2. Висловіть єство процесу пресування і вкажіть область застосування. Вкажіть устаткування, вживане при пресуванні. Зобразіть схеми прямого пресування і пресування труб з вказівкою елементів комплекту інструменту.

3. опишіть мікроструктуру і властивості відливок з високоміцного чавуна. Наведіть приклади маркування високоміцного чавуна. Висловіть технологічні особливості отримання відливок з високоміцного чавуна і вкажіть області їх застосування.

4. Визначити необхідну масу електродів марки УОНІ-13/45 для зварювання однопрохідного шва перетину $F = 60 \text{ мм}^2$ при довжині шва 10м.

5. Газонаповнювальні пластмаси.

Варіант № 21

1. Виберіть устаткування і стисло опишіть технологічний процес отримання сталі киснево-конвертерним способом. Фізико-хімічні процеси при виплавці сталі цим способом. Розгляньте вплив кисневого дуття на хід плавки і якість сталі.

2. Висловіть єство процесу волочіння і вкажіть області застосування. Зобразіть схему процесу. опишіть типи волочильних верстатів.

3. Визначити кількість розплавленого металу, якщо зварка проводиться електродами УОНІ-13/45 при силі струму $I_{св} = 160 \text{ А}$, часу зварки $t = 0,32 \text{ г і } a_3 = 8,5 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$.

4. опишіть питання механізації і автоматизації виготовлення ливарних форм.

5. Виберіть устаткування, інструмент і опишіть технологію отримання деталей з пластмас методом гарячого компресійного пресування. Стадії процесу.

Варіант № 22

1. Виберіть устаткування і стисло опишіть технологію отримання магнію. Области застосування магнію.
2. Виберіть тип устаткування і опишіть технологічний процес пресування труб з латуні марки Л68. Які застосовують при цьому інструменти і мастила?
3. Визначити погонну енергію, при якій проводилося наплавлення валу на пластину при $I_{\text{св}} = 250 \text{ А}$, $U_{\text{св}} = 25 \text{ В}$, $v_{\text{св}} = 18 \text{ м/г}$, $\eta = 0,8$.
4. Отримання відливок в разовій піщаній формі.
5. Процес отримання листових гумових виробів. Стадії процесу, режим обробки, вживане устаткування.

Варіант № 23

1. Виберіть устаткування і стисло опишіть технологію плавки губчастого титана для отримання титанових сплавів. Области застосування одержуваного титана.
2. Приведіть схеми, опишіть фізичне єство, призначення і область застосування методів пластичної деформації (без зняття стружки) із зміною форми оброблюваної заготовки.
3. Висловіть процеси перетворення в чавуні, що містить 5,0% вуглець, при охолодженні від рідкого стану до кімнатної температури. Приведіть криву охолодження і схеми структур при 1200, 1100 і 450⁰С.
4. Моделью – опочний комплекс і призначення його кожного предмету.
5. Виберіть устаткування і інструмент і опишіть технологію пресування деталей з шаруватих пластмас. Приведіть схему процесу.

Варіант № 24

1. Виберіть устаткування і стисло опишіть технологію виплавки якісної сталі з низьким змістом шкідливих домішок.
2. Зобразіть схему і опишіть єство процесу контактної стикової зварки оплавленням.
3. Перерахуйте основні ливарні властивості сплавів. Приведіть характеристику усадки сплавів. Вкажіть, які дефекти у відливках пов'язані з усадкою сплавів і міри їх попередження.
4. Класифікація чорних і кольорових металів.
5. Виберіть устаткування і інструмент для обробки заготовок з пластмас фрезеруванням. Які фрези застосовують для цього? Їх геометрія.

Варіант № 25

1. Внедоменніє способи отримання заліза (сталі).
2. Зобразіть схему і опишіть єство процесу контактної стикового зварювання опором.
3. Опишіть єство лиття в кокілі, приведіть ескізи, що пояснюють конструкцію кокілів. Відзначте технологічні особливості цього способу лиття, переваги, недоліки і області його застосування.

4. Перерахуйте види продукції прокатного виробництва. Намалюйте приклади профілів, що використовуються при прокатуванні. Приведіть схеми інструментів, що використовуються при прокатуванні. Опишіть устаткування, вживане в прокатному виробництві.

5. Методи виготовлення і з'єднання виробів з гуми.

Варіант № 26

1. Приведіть характеристику властивостей титана і вкажіть області його застосування. Опишіть послідовність технологічного процесу виробництва титана з ільменитових руд магнієтермічним способом.

2. Зобразіть схему і опишіть ество процесу контактного шовного зварювання.

3. Вкажіть причини виникнення тріщин у відливках. Перерахуйте види тріщин. Заходи їх попередження і викривлення відливок.

4. Визначити чи вимагається підігрів при зварці встик двох деталей завтовшки 10 мм із сталі марки 35ХМ наступного хімічного складу (%): С = 0,35; Мп = 0,55; Сг = 0,9; Мо = 0,2.

5. Отримання, структура і властивості полімерів.

Варіант № 27

1. Атомно-кристалічна будова металів. Типи кристалічних ґрат.

2. Зобразіть схему і опишіть ество процесу автоматичної зварки під шаром флюсу. Вкажіть призначення флюсу і подушки флюсу.

3. Опишіть ество процесу пружної і пластичної деформації з погляду кристалічної будови металів. Приведіть визначення пластичності і висловіть вплив на неї хімічного складу, структури, температури нагріву, швидкостей і ступенів деформації.

4. Приведіть схеми, опишіть призначення і область застосування обробних методів обробки зубів зубчатих коліс шевингованієм і обкаткою.

5. Виготовлення виробів з скла і ситалів.

Варіант № 28

1. Виберіть устаткування і опишіть технологію плавки губчастого титана для отримання титанових зливків. Области застосування одержуваного титана.

2. Зобразіть схему і опишіть ество процесу ручної зварки електродуги товстопокритими електродами. Вкажіть призначення покриття.

3. Виберіть устаткування і опишіть технологію волочіння труб з латуні марки Л62. Який при цьому застосовують інструмент? Вид мастила при волочінні мідних сплавів.

4. Визначити коефіцієнт наплавлення a_n , якщо відомі коефіцієнти плавлення $a_3 = 14 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{г})$ і втрат $\psi = 20\%$.

5. Сварювання і склеювання пластмас.

Варіант № 29

1. Виберіть устаткування і стисло опишіть технологію отримання магнію. Области застосування магнію.
2. Опишіть технологію виробництва основних видів прокату.
3. Висловіть єство способу лиття в оболочкові форми і приведіть пояснюючі ескізи. Вкажіть переваги, недоліки і області застосування цього способу лиття.
4. Розрахувати режим електрошлакової зварки деталей завтовшки $s = 180$ мм, якщо відомо, що $a_n = 28 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{г})$, $\gamma = 7,8 \text{ г}/\text{см}^3$.
5. Виберіть устаткування, інструмент і опишіть технологію отримання деталей з пластмас методом гарячого компресійного пресування. Висловіть стадії цього процесу.

Варіант № 30

1. Зобразіть схему і опишіть єство процесу напівавтоматичної зварки в середовищі вуглекислого газу. Вкажіть особливості і достоїнства зварки у вуглекислому газі.
2. Висловіть єство процесу переділу чавуна в сталь. Приведіть основні хімічні реакції, що характеризують процес переділу. Перерахуйте плавильні печі і агрегати, в яких одержують сталь.
3. Отримання відливок в разовій піщаній формі.
4. Технологія кування і штампування.
5. Класифікація, склад і області застосування гум.

Варіант № 31

1. Єство процесу переділу чавуна в сталь. Приведіть основні хімічні реакції, що характеризують процес переділу. Перерахуйте сучасні плавильні печі і агрегати, в яких одержують сталь.
2. По ескізу деталі (рис. 5) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі - чавун СЧ20.
3. Висловіть принципи конструювання технологічних литих деталей з урахуванням ливарних властивостей сплавів.
4. Визначити необхідну масу електродів марки ЕА-395/9 (кг) для зварки 30 м шва перетином $F = 90 \text{ мм}^2$.
5. Пористі пластмаси. Опишіть способи їх виготовлення, властивості і застосування.

Варіант № 32

1. Отримання високоякісних металів і сплавів методом електрошлакової переплавки.
2. По ескізу деталі (рис. 2) розробіть ескізи: елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть

послідовність виготовлення ливарної форми методом ручного формування. Матеріал деталі - чавун СЧ20.

3. Вкажіть причини виникнення тріщин у відливках. Перерахуйте види тріщин. Заходи їх попередження і викривлення відливок.

4. Визначте ефективну теплову потужність дуги, якщо зварка проводиться товстопокритими електродами $U_{св} = 28В$, $I_{св} = 240А$ і $\eta = 0,7$.

5. Корундова кераміка. Властивості і призначення.

Варіант № 33

1. Приведіть коротку характеристику сучасного металургійного виробництва. Опишіть його структуру, основні види продукції і перспективи розвитку.

2. По ескізу деталі (рис. 4) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі — СЧ20.

3. Опишіть єство плазмового нагріву заготовки і єство способу електронагріву. Приведіть схеми нагрівальних пристроїв.

4. Визначити коефіцієнт наплавлення a_n , якщо відомі коефіцієнти плавлення $a_3 = 14 \text{ г}/(А \cdot \text{ч})$ і втрат $\psi = 20\%$.

5. Сварювання і склеювання пластмас.

Варіант № 34

1. Перерахуйте види продукції прокатного виробництва. Намалюйте приклади профілів, що використовуються при прокатуванні. Приведіть схеми інструментів, що використовується при прокатуванні. Опишіть устаткування, вживане в прокатному виробництві.

2. Зобразіть схему і опишіть єство процесу автоматичної зварки під шаром флюсу. Вкажіть призначення флюсу і подушки флюсу.

3. Єство литва в кокіль. Приведіть ескізи, пояснюючу конструкцію кокілю. Переваги і недоліки цього способу лиття, області застосування.

4. Обробка пластмас різанням.

5. Визначити силу струму, що протікає по зварювальному ланцюгу, якщо ефективна теплова потужність дуги рівна 9400 Дж/с , $U_{св} = 30 \text{ В}$, $\eta = 0,9$.

Варіант № 35

1. Приведіть схему профілю доменної печі і опишіть принцип її роботи. Висловіть основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються в доменній печі.

2. По ескізу деталі (рис. 8) розробіть ескізи елементів ливарної форми, моделі стрижньового ящика, зібраної ливарної форми (в розрізі). Опишіть послідовність виготовлення форми методом ручного формування. Матеріал деталі - СЧ20.

3. Висловіть єство способу лиття в оболочкові форми і приведіть пояснюючі ескізи. Вкажіть переваги, недоліки і області застосування цього способу лиття.

4. Визначити коефіцієнт наплавлення a_n , якщо відомі коефіцієнти плавлення $a_3 = 14 \text{ г/(А·ч)}$ і втрат $\psi = 20\%$.

5. Теплостійкі і жароміцні пластмаси.

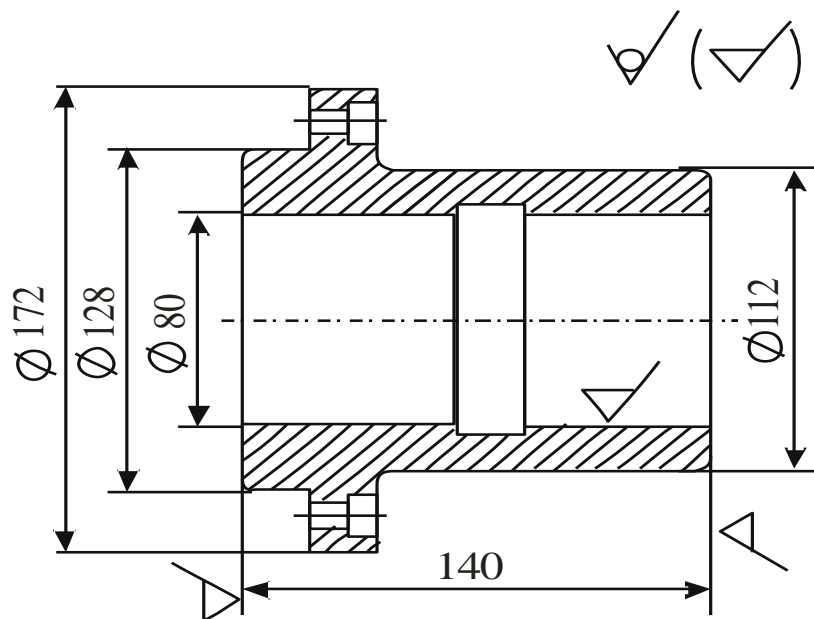


Рисунок 1

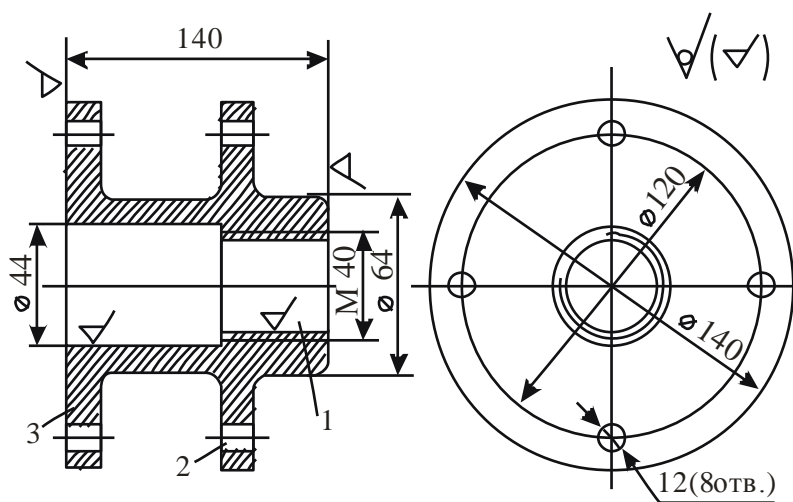


Рисунок 2

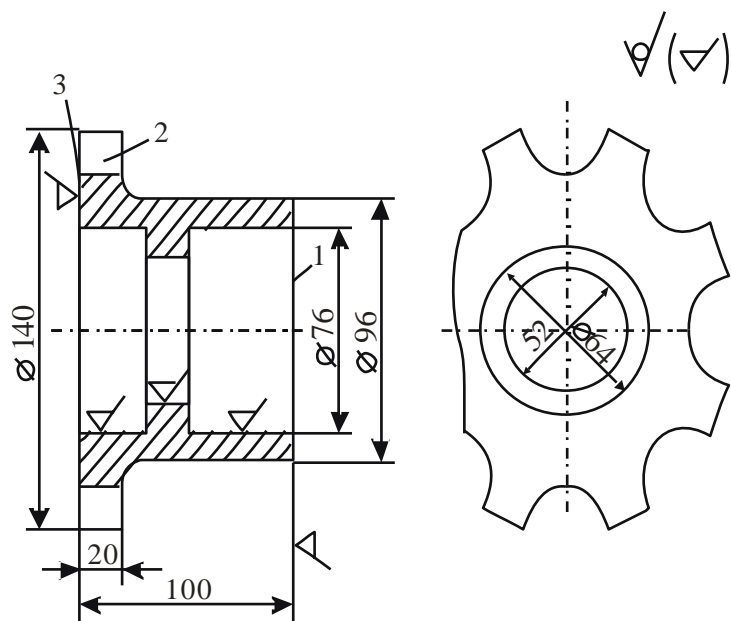


Рисунок 3

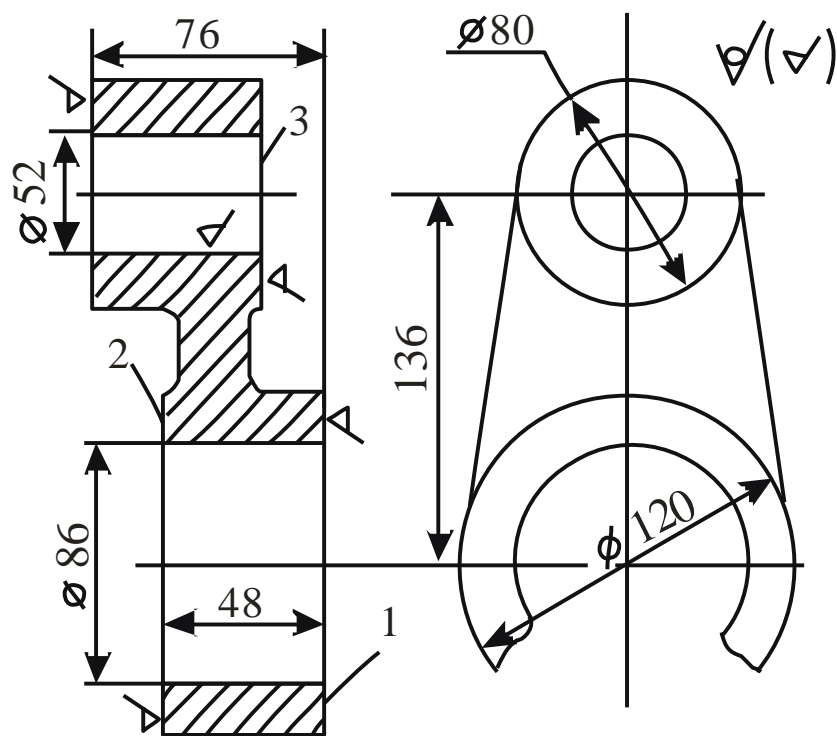


Рисунок 4

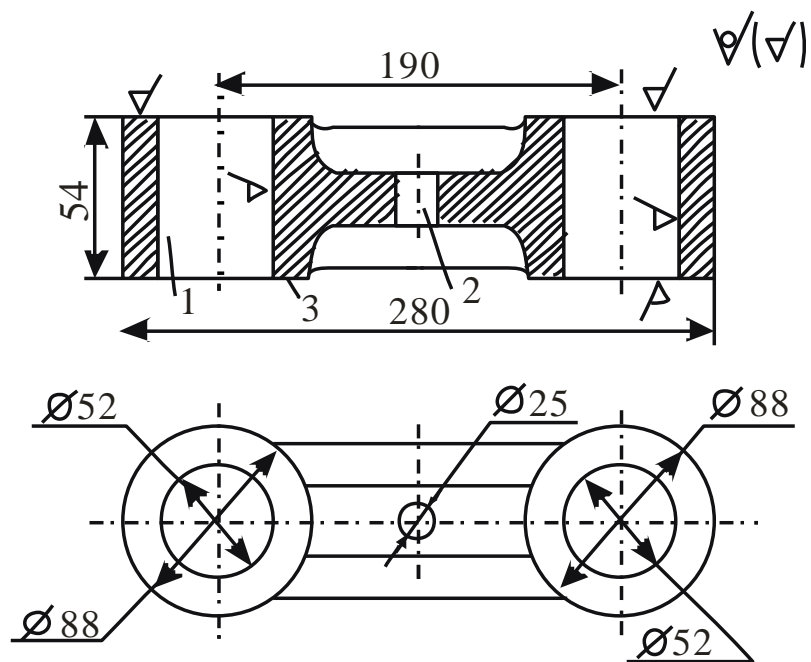


Рисунок 5

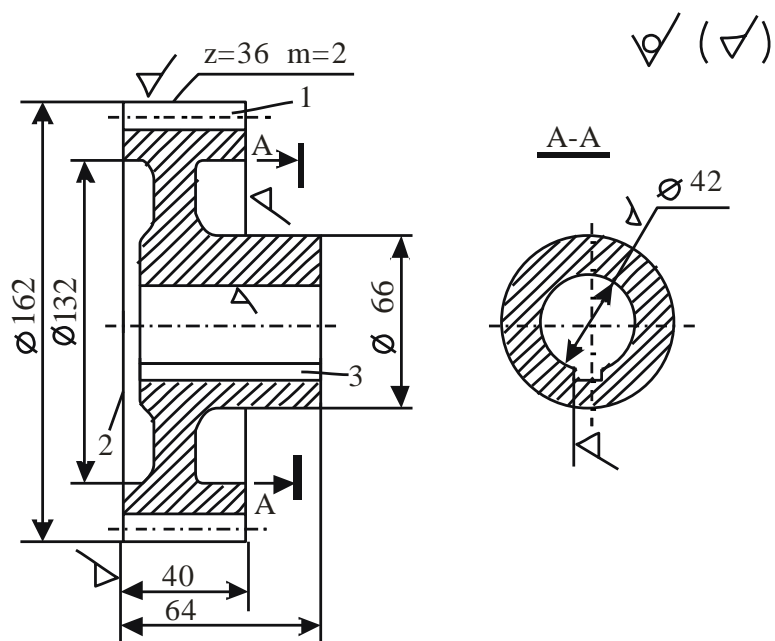


Рисунок 6

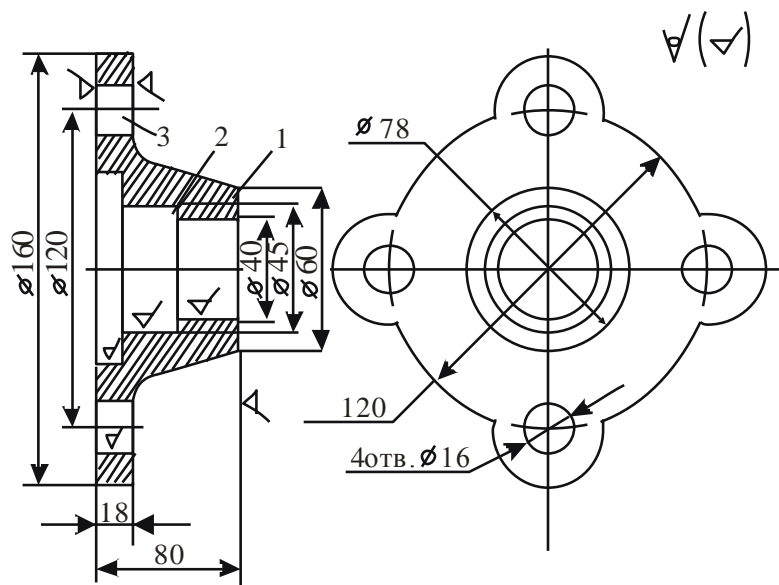


Рисунок 7

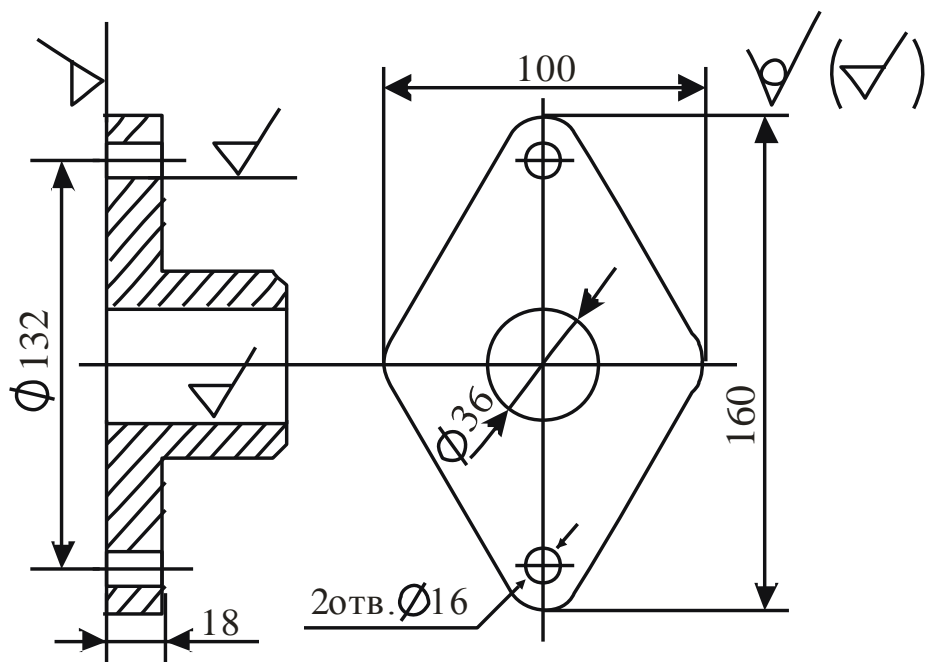


Рисунок 8

Література

1. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. М.: Металлургия. 1987 – 800с.
2. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов М. 1985.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд. М.:Машиностроение. 1990 – 528с.
4. Жадан В.Г., Гринберг Б.Г. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов /Под ред. П.И. Полухина – 2-е изд. М. 1970.
5. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка. М.:Металлургия. 1964 – 471с.
6. Новые материалы в технике. Под ред. Тростянской Е.Б.
7. Материалы в машиностроении. Справочник в 5 томах. /Под ред. Кудрявцева И.В./
8. Степанов В.В. Справочник сварщика. М. 1985.
9. Курдюмов А.В, и др. Литейное производство цветных и редких металлов.
10. Семенов Е.И. Ковка и штамповка. М. 1985.

Методичне видання

І. В. Кругляк

к.т.н., доцент

Д. О. Кругляк

к.т.н., доцент

ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ

Методичні вказівки

з вивчення дисципліни та контрольні завдання

для студентів ЗДІА

напряму «Металургія»

Підписано до друку 02.06.2016р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.

Умовн. друк. арк. 4,8. Наклад 1 прим.

Внутрішній договір № 60/16

Запорізька державна інженерна академія
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

Віддруковано друкарнею
Запорізької державної інженерної академії
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226

ЗДІА